

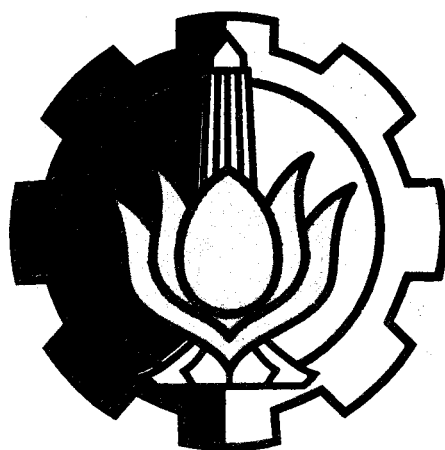
3100097008670

Anotasi

TUGAS AKHIR

MEKANIKA FLUIDA

**PERENCANAAN DIAMETER PIPA DAN PEMILIHAN POMPA
PADA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH
DI GEDUNG LABORATORIUM PENELITIAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA DI KAMPUS SUKOLILO**



RSM
621.69
Suy
p-1
1996

Disusun oleh :

I GEDE SUYADNYA

2193 030 041

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1996**

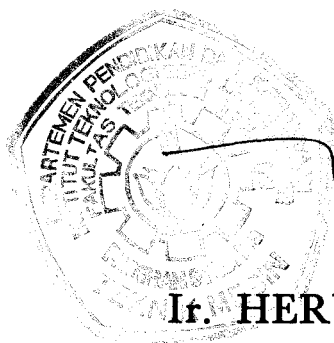
PERPUSTAKAAN ITS	
Tgl. Terima	23 DEC 1996
Terima Dari	H
No. Agenda Re	6746

**PERENCANAAN DIAMETER PIPA DAN PEMILIHAN POMPA
PADA SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH
DI GEDUNG LABORATORIUM PENELITIAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA DI KAMPUS SUKOLILO**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik Mesin
Pada
Program Studi Diploma III Teknik Mesin
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
S u r a b a y a**

**Mengetahui / Menyetujui
Dosen Pembimbing**



Heru Mirmanto
Ir. HERU MIRMANTO

**S U R A B A Y A
Oktober, 1996**

PUJI SYUKUR KEHADIRAT

TUHAN YANG MAHA ESA

HASIL KARYA INI KUPERSEMBAHKAN KEHADAPAN

BAPAK, IBU , ADIK-ADIK SERTA ALMAMATERKU.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena berkat rahmat dan karuniaNya sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini

Dalam penulisan Tugas Akhir ini kami mengambil judul "Perencanaan Diameter Pipa dan Pemilihan Pompa pada Sistem Distribusi Air Bersih di Gedung Laboratorium Penelitian Universitas Airlangga di Kampus C Sukolilo".

Sebagai dasar teori dalam penulisan ini dipergunakan buku-buku literatur dan pengetahuan yang kami dapatkan selama mengikuti kuliah.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini kami telah banyak mendapat bantuan dan dorongan dari berbagai pihak .

Untuk itu pada kesempatan ini kami ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada bapak Ir. Heru Mirmanto selaku dosen pembimbing yang telah mengorbankan waktu serta tenaga dengan penuh keiklasan dan penuh kesabaran untuk memberikan bimbingan dan pengarahan sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini.

Harapan penulis semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Surabaya, oktober 1996

Penyusun.

ABSTRAKSI

Air merupakan zat yang selalu dibutuhkan oleh setiap makhluk hidup. Tanpa adanya air manusia, hewan, dan tumbuhan tidak dapat mempertahankan kelangsungan hidupnya.

Dalam kehidupan sehari-hari kita selalu membutuhkan air untuk keperluan memasak, minum, mandi, mencuci dan lain-lain. Mengingat pentingnya air maka perlu kiranya suatu sistem distribusi air bersih agar dapat memenuhi kebutuhan air, terutama untuk gedung-gedung bertingkat mengingat terbatasnya tekanan yang disediakan oleh pipa Perusahaan Daerah Air Minum

Sistem penyediaan air bersih pada suatu gedung bertujuan untuk menyediakan air bersih ke tempat-tempat yang membutuhkan dengan debit dan tekanan yang cukup.

Sistem penyediaan air bersih biasanya dilengkapi dengan peralatan utama yaitu pompa, pipa-pipa dan tangki penampung air.

Perencanaan diameter pipa tiap bagian gedung dan pemilihan pompa dalam suatu sistem distribusi air bersih kita harus tepat agar kebutuhan air dapat terpenuhi dengan baik sesuai dengan kebutuhan.

Pemilihan pompa yang digunakan untuk mengalirkan air dari tangki bawah menuju tangki atas di Gedung Laboratorium Penelitian universitas Airlangga di Kampus C Sukolilo didasarkan pada head dan kapasitas pompa pada instalasi tersebut

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Tinjauan Umum	1
I.2 Pengenalan Masalah	2
I.3 Pembatasan Masalah	2
I.4 Sistematika Penulisan	2
BAB II SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH	4
II.1 Sistem Penyediaan Air	4
II.1.1 Sistem sambungan langsung	4
II.1.2 Sistem tangki atap	5
II.1.3 Sistem tangki tekan	6
II.1.4 Sistem tanpa tangki	8
II.2 Sistem Pipa	9
BAB III DASAR TEORI	11
III.1 Laju Aliran Air	11
III.1.1 Penaksiran berdasarkan jumlah pemakai (penghuni)	11
III.1.2 Penaksiran berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing	12
III.1.3 Penaksiran berdasarkan unit beban alat plambing	12
III.2 Kelestarian Massa	15
III.3 Kelestarian Energi	17
III.4 Kerugian Head	17
III.4.1 Head loss mayor (hl)	18

III.4.2 Head loss minor (h _{lm})	19
III.4.3 Head loss total (h _{lt})	20
III.5 Tekanan Air dan Kecepatan Aliran	20
III.6 Tangki-Tangki Air	22
III.6.1 Tangki air bawah	22
III.6.2 tangki air atas	25
III.7 Pompa	26
III.7.1 Pengertian pompa	26
III.7.2 Kapasitas pompa	30
III.7.3 Net Positive Head Suction (NPSH)	30
BAB IV PERKIRAAN KEBUTUHAN AIR	33
BAB V PERENCANAAN DIAMETER PIPA	37
V.1. Diameter Pipa Dinas	53
BAB VI PERHITUNGAN KAPASITAS TANGKI AIR	54
VI.1 Kapasitas Tangki Air Atas	54
VI.2 Kapasitas Tangki Air Bawah	55
BAB VII PEMILIHAN POMPA	56
VII.1 Kapasitas Pompa	57
VII.2 Instalasi Pompa	57
VII.2.1 Pipa hisap (suction)	57
VII.2.1 Pipa tekan (discharge)	60
VII.3 Head Pompa	63
VII.4 Pemilihan Jenis Pompa	65
VII.5 Pemilihan Type Pompa	66
VII.6 Pemeriksaan Letak Pompa	66
BAB VIII KESIMPULAN	68
PENUTUP	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	71

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Tinjauan Umum

Salah satu fungsi air yang paling vital adalah penggunaan air sebagai air minum untuk kelangsungan hidup manusia, hewan dan tumbuhan. Air minum dapat berasal dari tanah, air sungai, air laut, air hujan dan lain-lain.

Untuk menjadi air minum yang bersih dan sehat, ada beberapa syarat yang harus dipenuhi:

- Syarat fisik yaitu : tidak berbau, berasa, dan berwarna.
- Syarat kimia yaitu : bebas dari unsur-unsur/paduan yang bersifat merusak.
- Syarat bakteriologi yaitu bebas dari bakteri.

Mengingat pentingnya air, maka pada tempat-tempat seperti kantor, sekolah, industri, gedung-gedung bahkan sampai rumah tangga perlu adanya instalasi penyediaan air bersih.

Sistem penyediaan air bersih ini meliputi beberapa peralatan seperti tangki air bawah, tangki air atas, pompa, pipa-pipa, dan lain-lain.

Dengan peralatan-peralatan ini , air harus dapat dialirkan ke tempat-tempat yang dituju tanpa mengalami pencemaran.

I.2 Pengenalan Masalah

Air bersih yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Gedung Laboratorium Penelitian Universitas Airlangga di Kampus C Sukolilo didapat dari pipa Perusahaan Daerah Air Minum Kota Madya Surabaya.

Air dari PDAM ditampung di dalam tangki bawah untuk selanjutnya di pompa lagi ke tangki atas untuk dialirkan / didistribusikan secara grafitasi ke masing-masing lantai.

I.3 Pembatasan Masalah

Untuk lebih mengarahkan maksud dari penulisan ini, maka perlu diberikan batasan. Dengan adanya pembatasan masalah diharapkan dapat mengikuti permasalahan yang akan dibahas.

Instalasi pipa yang dibahas dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah pipa untuk air bersih beserta semua alat plambing yang terpasang.

Hal-hal yang dibahas disini :

1. Perkiraan kebutuhan air bersih.
2. Perencanaan diameter pipa.
3. Perhitungan kapasitas tangki atas.
4. Perhitungan kapasitas tangki bawah.
5. Pemilihan pompa .

I.4 Sistematika Penulisan

Untuk lebih memperjelas uraian Tugas Akhir ini, maka dibuat sistematika

penulisan sebagai berikut:

- **BAB I** : sebagai pendahuluan yang menguraikan tentang tinjauan umum dari permasalahan, pengenalan masalah, pembatasan masalah, serta sistematika penulisannya.
- **BAB II** : membahas mengenai sistem distribusi air bersih yang biasa digunakan yaitu mengenai sistem penyediaan air dan sistem pemipaan.
- **BAB III** : merupakan dasar teori yang akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya meliputi metode perkiraan kebutuhan air, persamaan kontinuitas, persamaan energi, serta tekanan dan kecepatan aliran air.
- **BAB IV** : menentukan metode yang digunakan untuk menaksir besarnya kapasitas kebutuhan air serta menghitung penaksirannya.
- **BAB V** : menghitung diameter pipa distribusi air bersih dan merencanakan ukuran pipa yang sesuai dengan yang terdapat dipasaran
- **BAB VI** : menentukan kapasitas tangki, agar dapat memenuhi kebutuhan alat-alat plambing yang terpasang.
- **BAB VII** : memilih jenis pompa yang digunakan sesuai dengan kebutuhan instalasi yaitu berdasarkan besarnya head dan kapasitas, serta memeriksa letak pompa untuk menghindari terjadinya kavitasi.
- **BAB VIII** : merupakan kesimpulan dari permasalahan yang telah dibahas.

BAB II**SISTEM DISTRIBUSI AIR BERSIH****II.1 Sistem Penyediaan Air Bersih**

Sistem penyediaan air bersih berfungsi untuk menyediakan air ke tempat-tempat yang dikehendaki dengan tekanan dan kapasitas yang cukup.

Sistem penyediaan air bersih yang banyak digunakan dapat dikelompokkan menjadi: 1

1. Sistem sambungan langsung.
2. Sistem tangki atap.
3. Sistem tangki tekan.
4. Sistem tanpa tangki (booster sistem).

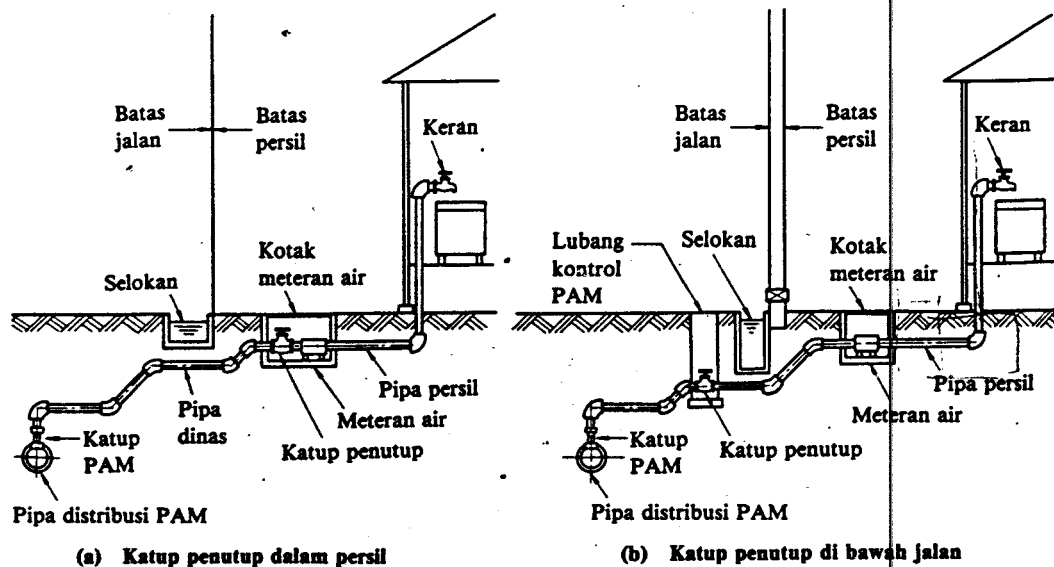
II.1.1 Sistem sambungan langsung

Dalam sistem ini pipa distribusi dalam gedung disambung dengan pipa utama penyediaan air bersih (misalnya pipa utama bawah jalan dari perusahaan air minum).

Karena terbatasnya tekanan dalam pipa utama dan dibatasinya ukuran pipa cabang dari pipa utama tersebut, maka sistem ini terutama dapat diterapkan untuk perumahan, gedung-gedung kecil yang rendah.

Ukuran pipa cabang biasanya ditentukan oleh Perusahaan Air Minum..

Contoh sistem sambungan langsung dapat dilihat pada Gbr.2.1 di bawah ini



Gbr. 2.1 Sistem sambungan langsung 2

II.1.2 Sistem tangki atap

Dalam sistem tangki atap, air ditampung lebih dahulu dalam tangki bawah (dipasang pada lantai terendah bangunan atau dibawah muka tanah), kemudian dipompakan ke suatu tangki atas yang biasanya dipasang diatas atap atau diatas lantai tertinggi bangunan.

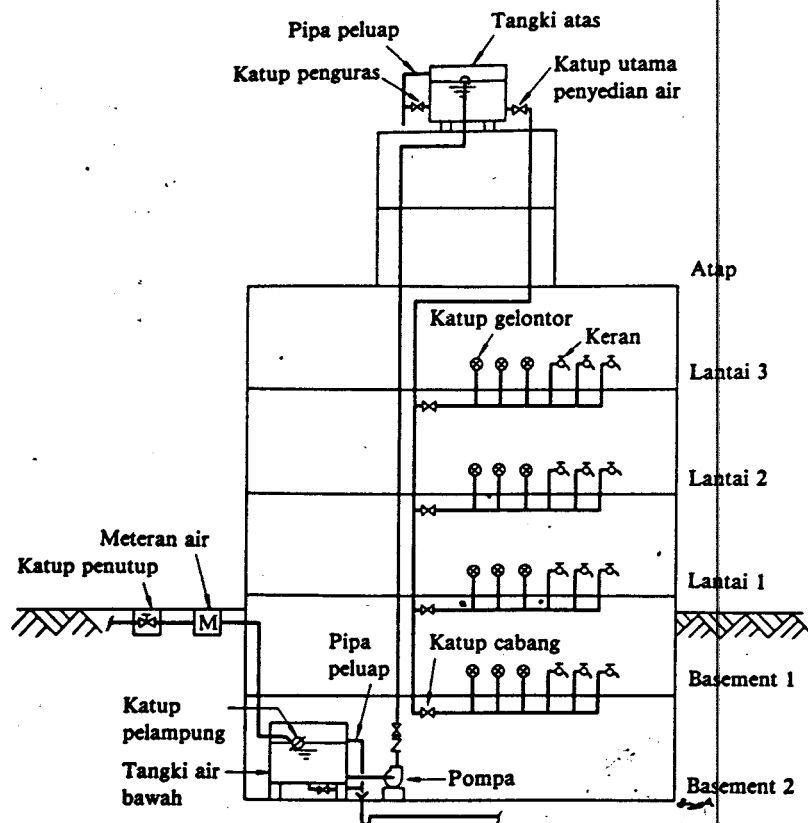
Dari tangki atas ini air didistribusikan ke seluruh bagian bangunan yang memerlukan.

Sistem tangki atap ini diterapkan karena alasan-alasan berikut:

- Selama air digunakan , perubahan tekanan yang terjadi pada pada alat plambing hampir tidak berarti. Perubahan tekanan ini hanyalah akibat perubahan muka air dalam tangki atap.
- Sistem pompa yang menaikkan air ke tangki atap bekerja secara otomatis dengan cara yang amat sederhana sehingga kecil sekali kemungkinan

timbulnya kesulitan. Pompa biasanya dijalankan dan dimatikan oleh alat yang mendeteksi muka air dalam tangki atap.

- Perawatan tangki atap sangat sederhana dibandingkan dengan misalnya, tangki tekan.

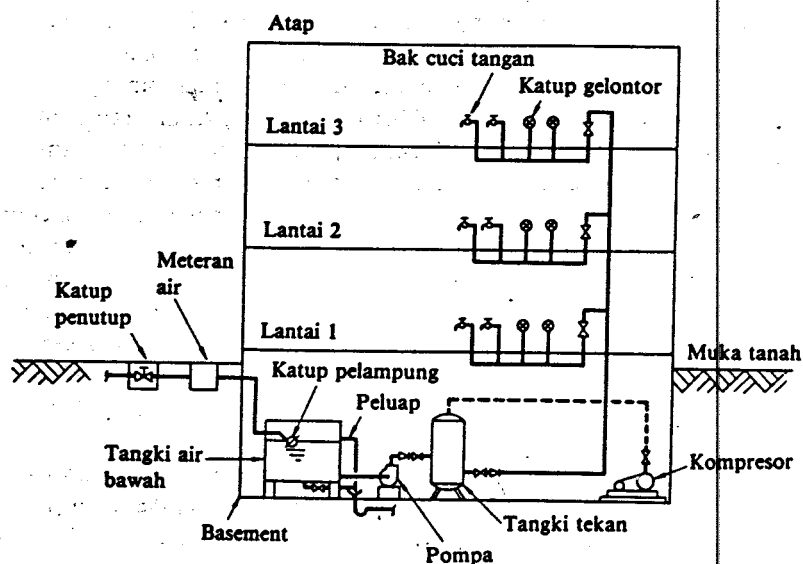


Gbr 2.2 Sistem dengan tangki atap 3

II.1.3 Sistem tangki tekan

Prinsip kerja tangki tekan adalah sebagai berikut. Air yang telah ditampung dalam tangki bawah, dipompakan ke dalam suatu bejana (tangki) tertutup sehingga udara di dalamnya terkompresi. Air dari tangki tersebut dialirkan ke dalam sistem distribusi

bangunan. Pompa bekerja secara otomatis yang diatur oleh suatu detektor tekanan, yang menutup/membuka saklar motor listrik penggerak pompa. Pompa berhenti bekerja secara otomatis kalau tekanan tangki telah mencapai suatu batas maksimum yang ditetapkan dan bekerja kembali setelah tekanan mencapai suatu batas minimum yang ditetapkan pula.



Gbr. 2.3 Sistem tangki tekan 4

Kelebihan kelebihan sistem tangki tekan:

- Lebih menguntungkan dari segi estetika karena tidak terlalu menonjol dibandingkan dengan tangki atap.
- Mudah perawatannya karena dapat dipasang dalam ruang mesin bersama pompa-pompa lainnya.
- Harga awal lebih rendah dibandingkan dengan tangki yang harus dipasang

di atas menara.

Kekurangan - kekurangannya:

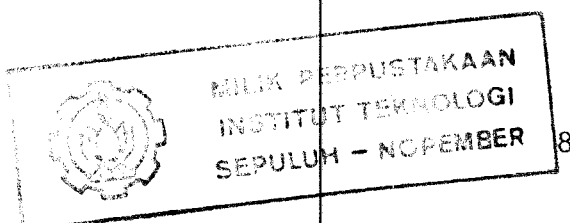
- Dengan berkurangnya udara dalam tangki tekan , maka setiap beberapa hari sekali harus ditambahkan udara kempa dengan kompresor atau dengan menguras seluruh air dalam tangki tekan.
- Sistem tangki tekan dapat dianggap sebagai suatu sistem pengaturan otomatis pompa penyediaan air saja dan bukan sebagai sistem penyimpanan air seperti tangki atap.
- Karena jumlah air efektif tersimpan dalam tangki tekan relatif sedikit, maka pompa akan sering bekerja yang akan mengakibatkan keausan pada saklar yang lebih cepat.

II.1.4 Sistem tanpa tangki

Dalam sistem ini tidak digunakan tangki apapun. Air dipompakan langsung ke sistem distribusi bangunan dan pompa menghisap air langsung dari pipa utama(misalnya pipa utama Perusahaan Air Minum).

Ciri-ciri sistem tanpa tangki:

- Mengurangi kemungkinan pencemaran air minum karena tidak adanya tangki atas dan tangki bawah.
- Mengurangi kemungkinan karat karena kontak air dengan udara relatif singkat.
- Untuk kompleks perumahan dapat menggantikan menara air.



- Penyediaan air sepenuhnya bergantung pada sumber daya.
- Pemakaian daya yang besar dibandingkan dengan sistem tangki atap

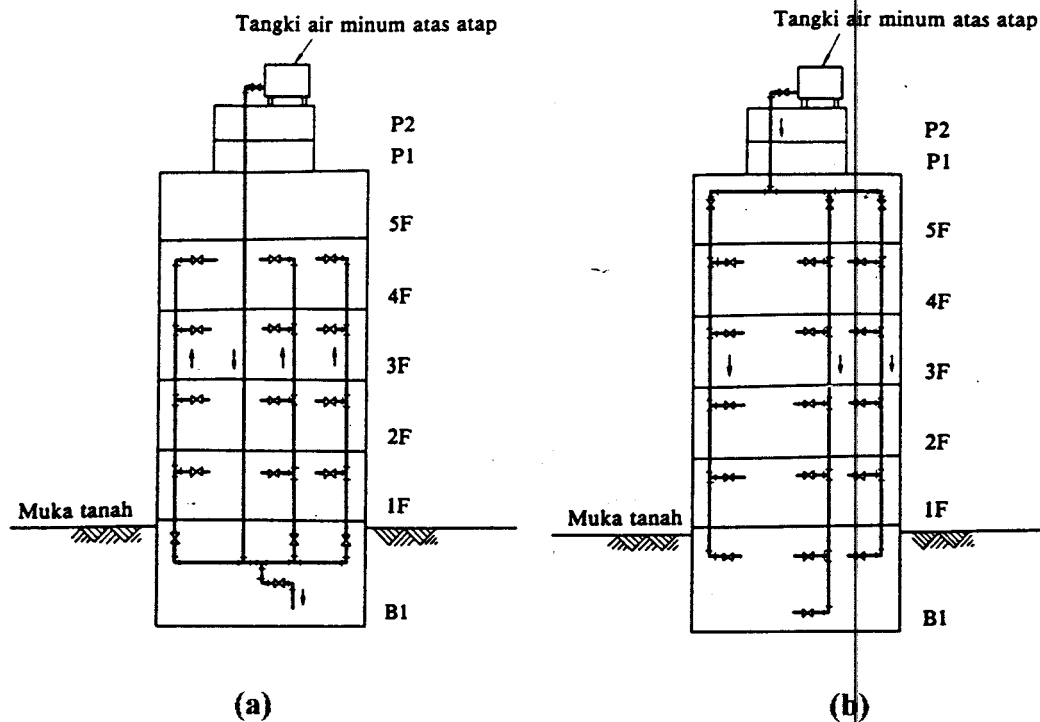
II.2 Sistem Pipa

Pada dasarnya ada dua sistem pipa penyediaan air dalam gedung, yaitu sistem pengaliran ke bawah dan sistem pengaliran ke atas. Dalam sistem pengaliran ke atas, pipa utama dipasang dari tangki atas ke bawah sampai langit-langit lantai terbawah dari gedung, kemudian mendatar dan bercabang - cabang tegak ke atas untuk melayani lantai-lantai di atasnya.

Dalam sistem pengaliran ke bawah, pipa utama dari tangki atas dipasang mendatar dalam langit-langit lantai teratas dari gedung, dan dari pipa mendatar ini dibuat cabang-cabang tegak ke bawah untuk melayani lantai-lantai dibawahnya.

Diantara ke dua sistem diatas, agak sulit untuk menentukan sistem mana yang terbaik. Masing-masing sistem mempunyai kelebihan dan kekurangannya. Pemilihan lebih banyak ditentukan oleh ciri khas konstruksi atau penggunaan gedung, dan oleh selera atau preferensi pengarangnya.

Dalam sistem pengaliran ke bawah, maka perlu ruang yang cukup dalam langit-langit lantai teratas untuk memasang pipa utama mendatar, ruang yang cukup untuk melakukan pemeriksaan, perawatan, operasi dan penyetelan katup-katup pada pipa-pipa cabang tegak ke bawah. Pembuangan udara yang tertinggal dalam pipa relatif cukup mudah.



Gbr. 2.4 Contoh sistem distribusi (a) keatas (b) kebawah 5

Lantai terbawah dari suatu gedung sering digunakan sebagai tempat memasang mesin-mesin peralatan gedung, dimana langit-langitnya cukup tinggi dari lantai sehingga cukup tempat untuk memasang pipa-pipa utama mendatar. Dalam keadaan demikian maka sistem pengaliran ke atas dapat dipilih.

Pemeriksaan, perawatan operasi dan penyetelan katup-katup pada pipa-pipa cabang tegak keatas dapat dilakukan dengan mudah. Tetapi karena adanya pipa utama yang dipasang dari tangki atas sampai pipa mendatar dalam langit-langit lantai terbawah, maka dibandingkan dengan sistem dengan sistem pengaliran ke bawah akan menambah panjang pipa utama.

BAB III**DASAR TEORI****III.1 Laju Aliran Air**

Kebutuhan air pada alat plambing setiap saat selalu berubah-ubah, begitu juga dengan kemungkinan banyaknya alat plambing yang dioperasikan pada saat-saat tertentu tidak dapat ditentukan secara pasti. Kebutuhan air akan mencapai maksimum bila semua alat plambing bekerja serentak, akan tetapi kemungkinan seperti itu kecil sekali karena biasanya alat plambing tersebut bekerja secara terputus-putus sesuai dengan kebutuhan.

Agar alat - alat plambing dapat memperoleh air bersih sesuai dengan kapasitas yang dibutuhkan, maka kebutuhan air dalam gedung tersebut dihitung pada saat alat-alat plambing bekerja secara serentak.

Ada beberapa metode yang digunakan untuk menaksir besarnya laju aliran air, diantaranya: 6

1. Berdasarkan jumlah pemakai
2. Berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing
3. Berdasarkan unit beban alat plambing

III.1.1 Penaksiran berdasarkan jumlah pemakai (penghuni)

Metode ini didasarkan pada pemakaian air rata-rata sehari dari setiap penghuni dan perkiraan jumlah penghuni. Dengan demikian jumlah pemakaian air sehari dapat

⁶Referensi 10 hal 64-65

diperkirakan, walaupun jenis maupun jumlah alat plambing belum ditentukan. Metode ini praktis untuk tahap perencanaan atau juga perancangan.

Apabila jumlah penghuni diketahui atau ditetapkan untuk suatu gedung maka angka tersebut dipakai untuk menghitung pemakaian air rata-rata sehari berdasarkan “standar” mengenai pemakaian air per orang per hari untuk sifat penggunaan tersebut.

Angka pemakaian air yang diperoleh dengan metode ini biasanya digunakan untuk menetapkan volume tangki bawah, tangki atas, pompa, dan sebagainya. Sedangkan ukuran pipa yang diperoleh dengan metode ini hanyalah pipa penyediaan air (misalnya, pipa dinas) dan bukan untuk menentukan ukuran pipa-pipa dalam seluruh jaringan.

III.1.2 Penaksiran berdasarkan jenis dan jumlah alat plambing.

Metode ini digunakan apabila kondisi pemakaian alat plambing dapat diketahui, misalnya untuk perumahan atau gedung kecil lainnya. Juga harus diketahui jumlah dari setiap jenis alat plambing dalam gedung tersebut.

III.1.3 Penaksiran berdasarkan unit beban alat plambing.

Dalam metode ini untuk setiap alat plambing ditetapkan suatu unit beban alat plambing (fixture unit). Tabel 3.1 memberikan besarnya unit beban untuk setiap alat plambing yang dilayani.

Untuk setiap bagian pipa dijumlahkan besarnya unit beban dari semua alat plambing yang dilayaninya dan kemudian dicari besarnya laju aliran air dengan kurva atau tabel.

Gambar 3.1 atau Tabel 3.2 ini memberikan hubungan antara unit alat plambing dengan laju aliran air

Tabel 3.1 Unit alat plambing untuk penyediaan air dingin ^{1) 7}

Jenis alat plambing ²⁾	Jenis penyediaan air	Unit alat plambing ³⁾		Keterangan
		untuk pribadi ⁴⁾	untuk umum ⁵⁾	
Kloset	Katup gelontor	6	10	
Kloset	Tangki gelontor	3	5	
Peturasan, dengan tiang	Katup gelontor	—	10	
Peturasan terbuka (urinal stall)	Katup gelontor	—	5	
Peturasan terbuka (urinal stall)	Tangki gelontor	—	3	
Bak cuci (kecil)	Keran	0,5	1	
Bak cuci tangan	Keran	1	2	
Bak cuci tangan, untuk kamar operasi	Keran	—	3	
Bak mandi rendam (bath tub)	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4	
Pancuran mandi (shower)	Keran pencampur air dingin dan panas	2	4	
Pancuran mandi tunggal	Keran pencampur air dingin dan panas	2	—	
Satuan kamar mandi dengan bak mandi rendam	Kloset dengan katup gelontor	8	—	
Satuan kamar mandi dengan bak mandi rendam	Kloset dengan tangki gelontor	6	—	
Bak cuci bersama	(untuk tiap keran)	—	2	
Bak cuci pel	Keran	3	4	Gedung kantor, dsb. Untuk umum: hotel atau restoran, dsb.
Bak cuci dapur	Keran	2	4	
Bak cuci piring	Keran	—	5	
Bak cuci pakaian (satu sampai tiga)	Keran	3	—	
Pancuran minum	Keran air minum	—	2	
Pemanas air	Katup bola	—	2	

Catatan: ¹⁾ Alat plambing yang airnya mengalir secara kontinyu harus dihitung secara terpisah, dan ditambahkan pada jumlah unit alat plambing.

²⁾ Alat plambing yang tidak ada dalam daftar dapat diperkirakan, dengan membandingkan dengan alat plambing yang mirip/terdekat.

³⁾ Nilai unit alat plambing dalam tabel ini adalah keseluruhan.

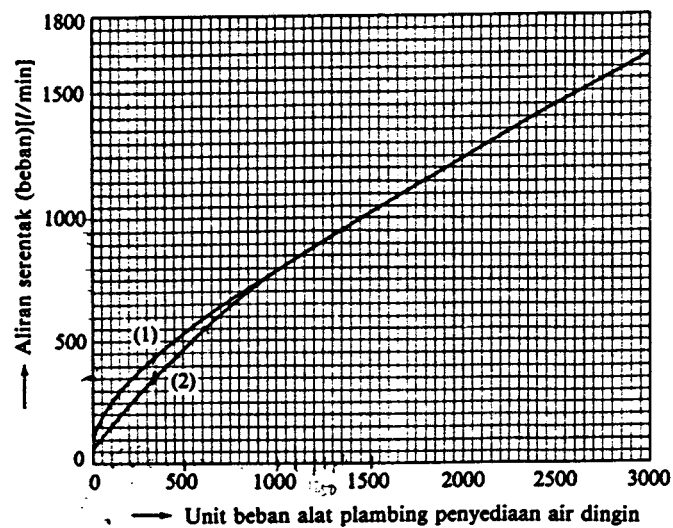
Kalau digunakan air dingin dan air panas, unit alat plambing maksimum masing-masing untuk air dingin dan air panas diambil tigaperempatnya.

⁴⁾ Alat plambing untuk keperluan pribadi dimaksudkan pada rumah pribadi atau *apartment*, di mana pemakaiannya tidak terlalu sering.

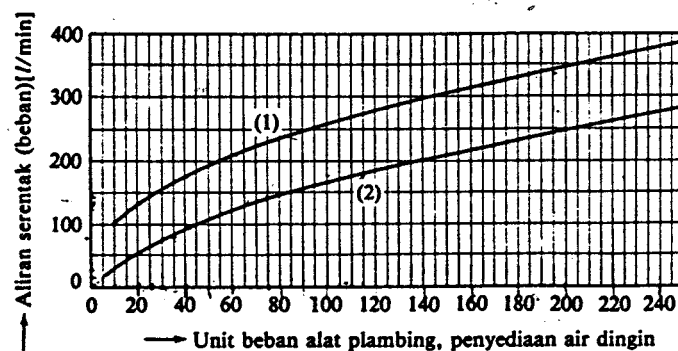
⁵⁾ Alat plambing untuk keperluan umum dimaksudkan yang dipasang dalam gedung kantor, sekolah, pabrik, dsb, di mana pemakaiannya cukup sering.

Tabel 3.2 Penaksiran kebutuhan air 8

Supply systems predominantly for Rush tanks			Supply systems predominantly for Flushometer valves		
Load	Demand		Load	Demand	
Water supply factor units (WSFU)	gpm	L/s	Water supply factor units (WSFU)	gpm	L/s
1	3.0	0.19			
2	5.0	0.32			
3	6.5	0.41			
4	8.0	0.51			
5	9.4	0.59	5	15.0	0.95
6	10.7	0.68	6	17.4	1.10
7	11.8	0.74	7	19.8	1.25
8	12.8	0.81	8	22.2	1.40
9	13.7	0.86	9	24.6	1.55
10	14.6	0.92	10	27.0	1.70
12	16.0	1.01	12	28.6	1.80
14	17.0	1.07	14	30.2	1.91
16	18.0	1.14	16	31.8	2.01
18	18.8	1.19	18	33.4	2.11
20	19.6	1.24	20	35.0	2.21
25	21.5	1.36	25	38.0	2.40
30	23.3	1.47	30	42.0	2.65
35	24.9	1.57	35	44.0	2.78
40	26.3	1.66	40	46.0	2.90
45	27.7	1.76	45	48.0	3.03
50	29.1	1.84	50	50.0	3.15
60	32.0	2.02	60	54.0	3.41
70	35.0	2.21	70	58.0	3.66
80	38.0	2.40	80	61.2	3.86
90	41.0	2.59	90	64.3	4.06
100	43.5	2.74	100	67.5	4.26
120	48.0	3.03	120	73.0	4.61
140	52.5	3.31	140	77.0	4.86
160	57.0	3.60	160	81.0	5.11
180	61.0	3.85	180	85.5	5.39
200	65.0	4.10	200	90.0	5.68
250	75.0	4.73	250	101.0	6.37
300	85.0	5.36	300	108.0	6.81
400	105.0	6.62	400	127.0	8.01
500	124.0	7.82	500	143.0	9.02
750	170.0	10.73	750	177.0	11.17
1000	208.0	13.12	1000	208.0	13.12
1250	239.0	15.08	1250	239.0	15.08
1500	269.0	16.97	1500	269.0	16.97
2000	325.0	20.50	2000	325.0	20.50
2500	380.0	23.97	2500	380.0	23.97
3000	433.0	27.32	3000	433.0	27.32
4000	525.0	33.12	4000	525.0	33.12
5000	593.0	37.41	5000	593.0	37.41



(a) Untuk unit beban sampai 3000



(b) Untuk unit beban sampai 250 (skala gambar diperbesar)

Gbr 3.1 Hubungan antara unit beban (F_u) dan laju aliran air 9
 Kurva (1) untuk sistem sebagian besar dengan katup gelontor.
 Kurva (2) untuk sistem sebagian besar dengan tangki gelontor

III.2 Kelestarian Massa

Persamaan kontinuitas dihasilkan dari prinsip kekekalan massa yang menyatakan bahwa untuk aliran steady, massa fluida yang melalui semua bagian dalam aliran fluida persatuan waktu adalah : 10

9 Referensi 10 hal 67

10 Referensi 9 hal 105

$$m = \rho \bar{V} A \quad (3-1)$$

dimana:

m = laju aliran massa fluida (kg/dt)

ρ = massa jenis fluida (kg/m³)

\bar{V} = kecepatan rata-rata aliran fluida (m/dt)

A = luasan yang dilalui (m²)

Untuk aliran fluida incompressible dimana density fluida adalah konstan maka: 11

$$Q = \bar{V} A \quad (3-2)$$

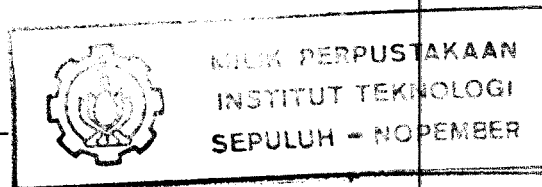
sehingga :

$$\bar{V} = \frac{Q}{A} \quad \text{dimana : } A = \frac{1}{4} \pi D^2$$

$$\bar{V} = \frac{4}{\pi} \times \frac{Q}{D^2} \quad (3-3)$$

atau

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi} \frac{Q}{\bar{V}}} \quad (3-4)$$



dimana:

Q = kapasitas aliran (m³/dt)

Dengan menggunakan prinsip kelestarian massa , maka untuk menentukan kapasitas aliran untuk pipa bercabang adalah dengan menjumlahkan kebutuhan air tiap-tiap cabang yang dilayaninya

III.3 Kelestarian Energi

Energi yang dimiliki oleh suatu fluida yang mengalir terdiri dari energi akibat tekanan, kecepatan, energi dalam dan letak ketinggian .

Hukum kelestarian energi dinyatakan dengan persamaan bernoulli untuk saluran tertutup adalah: 12

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{(2 \cdot g)} + z_1 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{(2 \cdot g)} + z_2 + h_{l\ 1-2} \quad (3-5)$$

dimana :

P_2, P_1 = tekanan fluida di titik 1 dan 2 (N/m^2)

V_1, V_2 = kecepatan di titik 1 dan titik 2 (m/dt)

z_1, z_2 = jarak vertikal terhadap sumbu poros pompa (m)

γ = berat jenis air pada temperatur 29°C yaitu 9760,8 N/m^3

g = konstanta gravitasi (= 9,8 m/dt^2)

$h_{l\ 1-2}$ = head loss total yang terjadi dalam pipa 1-2 (m)

Persaman diatas menyatakan bahwa energi pada suatu titik (titik 1) adalah sama dengan energi pada titik yang lain (titik 2) ditambah dengan kerugian akibat gesekan fluida dengan dinding pipa, fitting, belokan dan lain- lain.

III 4 Kerugian Head (head loss)

Head loss adalah head yang digunakan untuk mengatasi kerugian- kerugian didalam pipa (karena gesekan fluida dengan dinding pipa pada penampang tetap),

belokan-belokan, katup-katup, sambungan, pengecilan dan pembesaran luas penampang, percabangan dan lain-lain.

III 4 1 Head loss mayor (h_l)

Head loss mayor adalah kerugian head yang terjadi karena adanya faktor gesekan antara fluida dan dinding dalam pipa yang mempunyai luas penampang konstant sepanjang aliran.

Untuk aliran laminar kerugian head mayor dapat dihitung sebagai berikut: 13

$$h_l = \frac{64}{Re} \frac{L}{D} \frac{\bar{V}^2}{2g} \quad (3-6)$$

sedangkan untuk aliran turbulen: 14

$$h_l = f \frac{L}{D} \frac{\bar{V}^2}{2g} \quad (3-7)$$

dimana :

Re = angka Renold 15

(Re < 2300 , aliran laminar)

(Re > 2300, aliran turbulen)

L = panjang pipa (m)

D = diameter pipa (m)

f = faktor gesekan

13 Referensi 9 hal 360

14 Referensi 9 hal 361

15 Referensi 1 hal 9

Harga faktor gesekan ditentukan secara eksperimen yang hasilnya dipublikasikan oleh L.F Moody.

Faktor gesekan f adalah fungsi dari Reynold number (Re) dan kekasaran relatif (e/D)

Reynold number merupakan fungsi dari perbandingan tanpa dimensi dari: 16

$$Re = \frac{\bar{V} \cdot D}{\nu} \quad (3-8)$$

dimana:

ν - viskositas kinematik (m^2/dt)

III 4 2 Head loss minor (hlm)

Head loss minor adalah kerugian yang terjadi karena aliran fluida melalui saluran masuk, katup-katup, perubahan luas penampang dan sebagainya. Head loss minor ditulis sebagai berikut: 17

$$h_{lm} = f \frac{L_e}{D} \frac{\bar{V}^2}{2 \cdot g} \quad (3-9)$$

$$= K \frac{\bar{V}^2}{2 \cdot g} \quad (3-10)$$

dimana:

K = kekasaran relatif pipa.

L_e/D = panjang equivalen pipa lurus

16 Referensi 1 hal 9

17 Referensi 9 hal 365-366

III 4 3 Head loss total (hlt)

Head loss total adalah jumlah dari mayor losses dan minor losses yang terjadi pada pipa bersangkutan yaitu: 18

$$h_{lt} = h_l + h_{lm}$$

$$= f \frac{L}{D} \frac{\bar{V}^2}{(2 \cdot g)} + f \frac{L_e}{D} \frac{\bar{V}^2}{(2 \cdot g)} \quad (3-11)$$

$$= f \frac{\bar{V}^2}{(2 \cdot g)} \times (L_e/D + L/D) \quad (3-12)$$

III 5. Tekanan Air dan Kecepatan Aliran

Tekanan air yang kurang mencukupi akan menimbulkan kesulitan dalam pemakaian air. Tekanan yang berlebihan dapat menimbulkan rasa sakit karena pancaran air serta mempercepat kerusakan peralatan plambing dan menambah kemungkinan timbulnya pukulan air. Besarnya tekanan air yang baik berkisar dalam suatu daerah yang agak lebar dan bergantung pada persyaratan pemakai atau alat yang harus dilayani.

Secara umum dapat dikatakan besarnya tekanan “ standar “ adalah 1,0 kg/cm²

Beberapa macam peralatan plambing tidak dapat berfungsi dengan baik kalau tekanan airnya kurang dari suatu batas minimum.

Besarnya tekanan minimum pada beberapa alat plambing dicantumkan pada tabel 3.3

Tabel 3.3 Tekanan yang dibutuhkan alat plambing 19

Nama alat plambing	Tekanan yang dibutuhkan (kg/cm ²)	Tekanan standar (kg/cm ²)
Katup gelontor kloset	0,7 ¹⁾	1,0
Katup gelontor peturasan	0,4 ²⁾	
Keran yang menutup sendiri, otomatis	0,7 ³⁾	
Pancuran mandi, dengan pancaran halus/tajam	0,7	
Pancuran mandi (biasa)	0,35	
Keran biasa	0,3	
Pemanas air langsung, dengan bahan bakar gas	0,25-0,7 ⁴⁾	

Catatan:

- ^{1),2)} Tekanan minimum yang dibutuhkan katup gelontor untuk kloset dan urinal yang dimuat dalam tabel ini adalah tekanan statik pada waktu air mengalir, dan tekanan maksimumnya adalah 4 kg/cm².
- ³⁾ Untuk keran dengan katup yang menutup secara otomatis, kalau tekanan airnya kurang dari yang minimum dibutuhkan maka katup tidak akan dapat menutup dengan rapat, sehingga air masih akan menetes dari keran.
- ⁴⁾ Untuk pemanas air langsung dengan bahan bakar gas, tekanan minimum yang dibutuhkan biasanya dinyatakan.

Kecepatan aliran air yang terlalu tinggi akan dapat menambah kemungkinan timbulnya pukulan air, menimbulkan suara berisik dan kadang-kadang menyebabkan ausnya permukaan dalam pipa. Biasanya standar kecepatan untuk pipa distribusi air bersih sebesar 0,9 sampai 1,2 m/detik, batas maksimumnya berkisar antara 1,5 sampai 2,0 m/detik,²⁰⁾ sedangkan untuk suatu instalasi pompa yang terdiri dari pipa hisap dan pipa tekan biasanya kecepatan aliran air berkisar antara 2 sampai 3 m/detik²¹⁾

Akhir - akhir ini beberapa negara sedang mencoba untuk mengurangi ukuran pipa dengan menerapkan kecepatan aliran yang lebih tinggi, walaupun berhasil atau tidaknya akan bergantung pada penelitian lebih lanjut. Di lain pihak, kecepatan yang terlampau rendah

19Referensi 10hal 50

20Referensi 10hal 51

21Referensi 10hal 98

ternyata dapat menimbulkan efek kurang baik dari segi korosi, pengendapan kotoran, ataupun kualitas air.

III.6 Tangki - Tangki Air

Dalam sistem penyediaan air bersih tangki - tangki air berfungsi untuk menampung air sebelum didistribusikan ke bagian-bagian yang memerlukan.

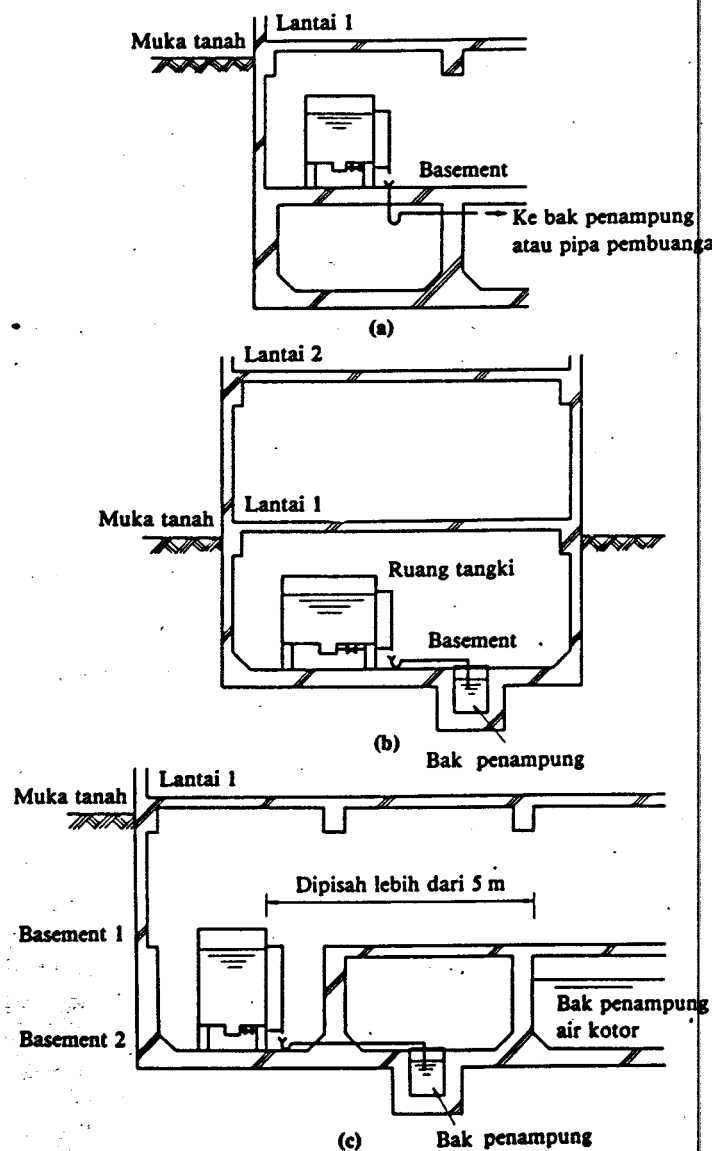
Untuk bangunan bertingkat yang memerlukan distribusi air dengan debit dan tekanan yang cukup besar sangat diperlukan adanya tangki penampung air mengingat terbatasnya tekanan air yang tersedia pada pipa utama Perusahaan daerah Air Minum. Disamping itu juga untuk mengantisipasi apabila sewaktu-waktu terjadi kemacetan supply air dari PDAM.

Tangki air minum harus secara teratur dibersihkan agar mutu air tetap terjaga disamping itu tangki harus kedap air (tidak bocor), bebas dari binatang kecil dan binatang pengerat, tahan terhadap korosi, dan mampu menahan tekanan yang mungkin timbul dalam operasi.

III.6.1 Tangki air bawah

Tangki air bawah biasanya terletak dibawah permukaan tanah lantai pertama gedung. Untuk pemasangan tangki air bawah, lokasinya tidak boleh berdekatan tempat pembuangan air/ kotoran apapun, tidak terpengaruh oleh genangan air dan juga tidak boleh ditempatkan di daerah yang sering didatangi orang kecuali petugas yang akan melakukan perawatan. Disyaratkan pula bahwa tangki air juga tidak merupakan bagian struktural dari bangunan.

Pada gambar 3.2 menunjukkan beberapa contoh pemasangan tangki air bawah.

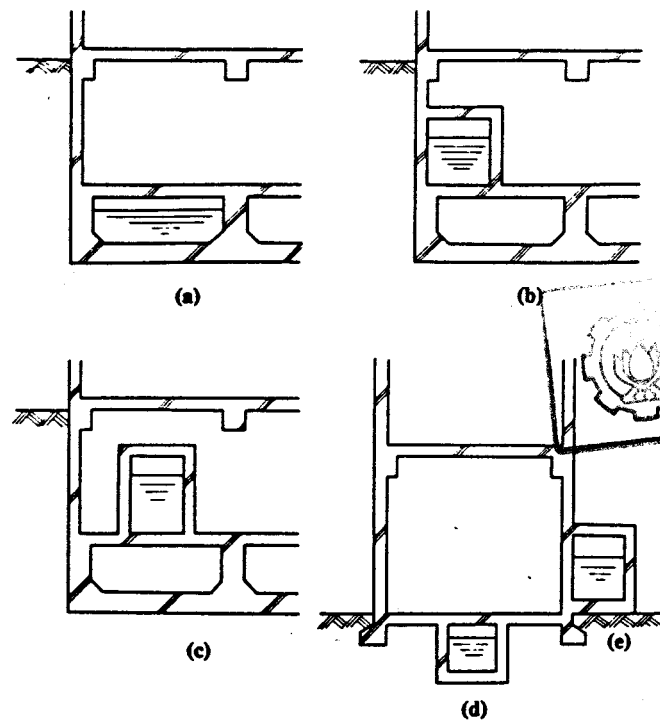


Gbr. 3.2 Contoh penempatan tangki air yang benar 22

Gambar 3.2(a) adalah yang paling umum dilaksanakan. Gbr. 3.2(b) adalah contoh dimana suatu bangunan tidak mempunyai ruang bawah tanah, dan menunjukkan pemasangan tangki di ruang khusus di bawah lantai terbawah dari bangunan.

Gbr. 3.2 (c) menunjukkan keadaan dimana tangki dipasang pada lantai terbawah, dengan menyingkirkan sebagian dari pelat lantai yang bersangkutan. Kalau dibawah lantai ini ada bak penampung air kotor atau air buangan, jarak dengan tangki air tersebut di atas tidak boleh kurang dari 5 meter.

Gambar 3.3 menunjukkan keadaan yang kurang baik untuk pemasangan tangki air.



Gbr 3.3 Contoh penempatan tangki air yang salah, dinding tangki merupakan bagian dari gedung 23

Kapasitas tangki air bawah harus dipertimbangkan jangan sampai terlalu besar atau terlalu kecil dibandingkan dengan pemakaian air yang dibutuhkan.

Apabila kapasitas tangki terlalu besar akan menyebabkan aliran air terlalu lambat sehingga ada kemungkinan terjadinya air diam yang dapat mempengaruhi kualitas air dan

kalau terlalu lama dapat menimbulkan pencemaran. Dan bila kapasitas tangki terlalu kecil mengakibatkan ketidakseimbangan antara air yang dibutuhkan dengan air yang tersedia.

Untuk menentukan kapasitas tangki air bawah digunakan rumus dibawah ini: 24

$$V_r = Q_d - Q_s \cdot T \quad (3-13)$$

dimana:

V_r = volume tangki air minum (m^3)

Q_d = jumlah kebutuhan air per hari (m^3/jam)

Q_s = kapasitas pipa dinas (m^3/jam)

T = rata-rata pemakaian per hari (jam/hari)

III.6.2 Tangki air atas

Tangki air atas dibuat karena kebutuhan air untuk didistribusikan lebih besar dari kapasitas pompa pengisi. Tangki ini juga dimaksudkan untuk menampung kebutuhan puncak, dan biasanya disediakan dengan kapasitas cukup untuk jangka waktu kebutuhan puncak tersebut sekitar 30 menit.

Dalam keadaan tertentu dapat terjadi bahwa kebutuhan puncak dimulai pada saat muka air terendah dalam tangki atas, sehingga perlu diperhitungkan jumlah air yang dapat dimasukan dalam waktu 10 sampai 15 menit oleh pompa angkat (yang memompakan air dari dari tangki bawah ke tangki atas).

Kapasitas efektif tangki atas dapat dinyatakan dengan rumus: 25

$$V_E = (Q_p - Q_{pu}) T_p + Q_{pu} \cdot T_{pu} \quad (3-14)$$

24 Referensi 10 hal 96

25 Referensi 10 hal 97

dimana:

V_E = kapasitas efektif tangki atas (liter)

Q_p = kebutuhan puncak (liter/menit)

Q_{pu} = kapasitas pompa pengisi (liter/menit)

T_p = jangka waktu kebutuhan puncak (menit)

T_{pu} = jangka waktu kerja pompa pengisi (menit)

III.7 Pompa

III.7.1 Pengertian pompa.

Pompa adalah suatu alat yang digunakan untuk mentransformasikan atau memindahkan fluida incompressible dari suatu tempat yang bertekanan rendah ke tempat yang bertekanan lebih tinggi. Dengan kata lain penggunaan pompa bertujuan untuk menimbulkan perbedaan tekanan sehingga terjadi aliran fluida.

Menurut cara pemindahan liquidanya dan pemberian tenaga pada liquidanya maka pompa dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu:

1. Pompa Positive Displacement (Displacement Pump)
2. Pompa Non Positive Displacement (Dinamic Pump)

ad.1 Pompa Positive Displacement

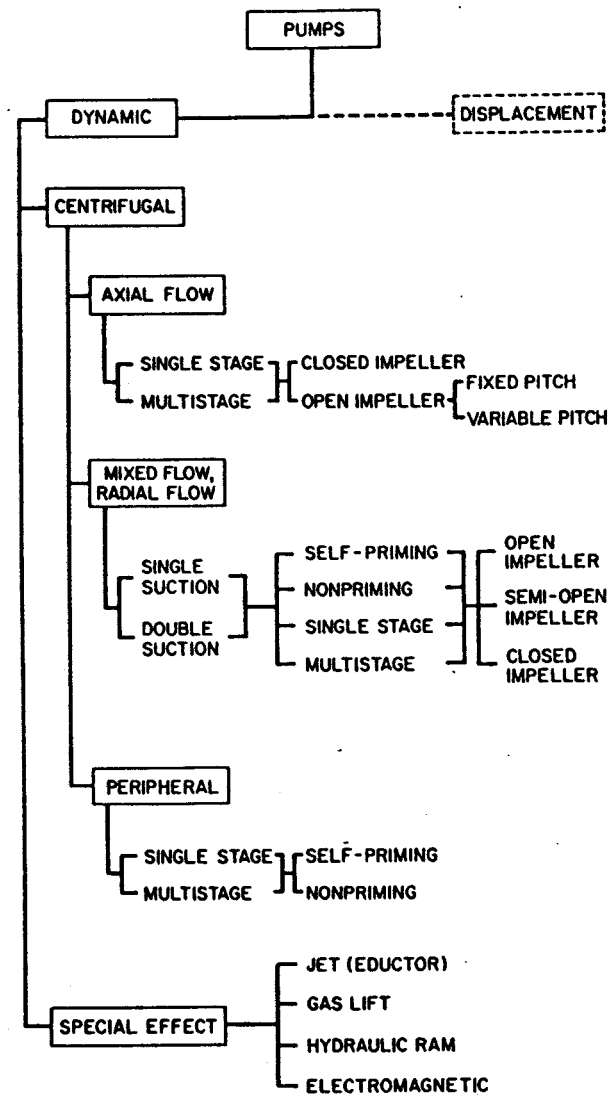
Pompa Positive Displacement adalah pompa yang ruang kerjanya berubah secara periodik dari besar ke kecil dan dari kecil ke besar. Pada waktu beroperasi energi

yang diberikan ke liquida adalah energi potensial, sehingga fluida berpindah secara volume per volume dan tekanan yang diperoleh liquida merupakan tenaga potensial.

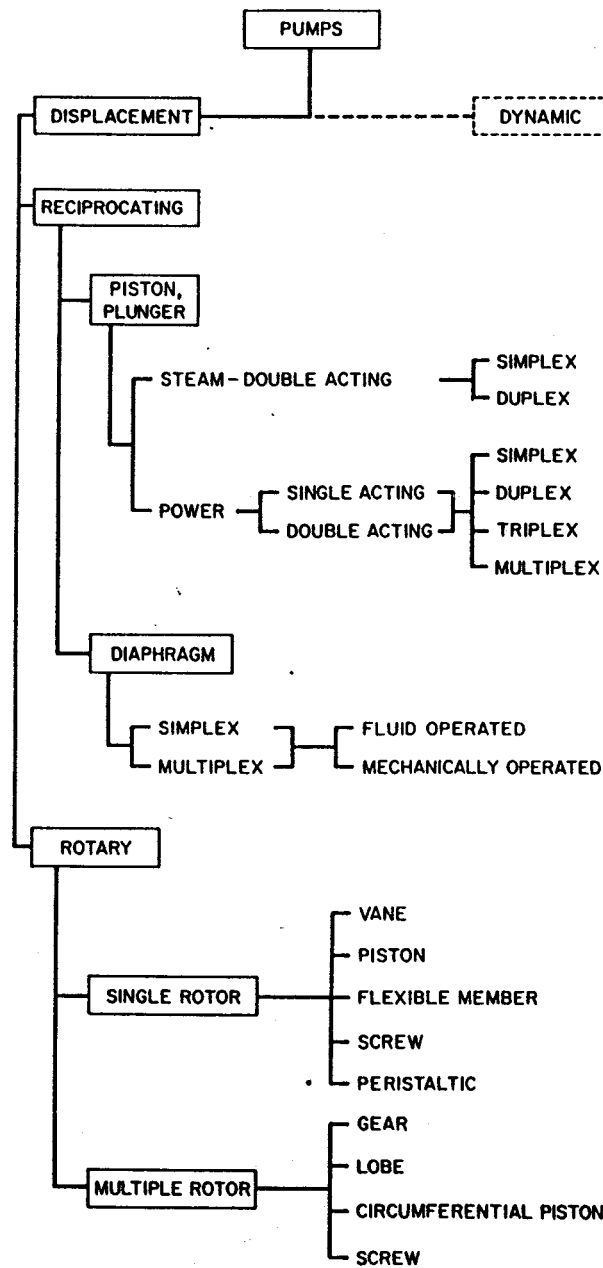
Ad.2 Pompa Non Positive Displacement.

Pompa Non Positive Displacement adalah pompa yang volume ruang kerjanya selalu tetap pada saat pompa bekerja, sedangkan energi yang diberikan ke dalam liquidanya sebagian besar adalah energi kinetik sehingga perpindahan liquidanya terjadi diakibatkan karena adanya perubahan kecepatan atau perubahan energi kinetik.

Untuk lebih jelasnya berikut ini diberikan pembagian/klasifikasi dari pompa Positive Displacement dan pompa Non Positive Displacement.



Gbr. 3.4 klasifikasi pompa Non Positive Displacement 27



Gbr.3.5 Klasifikasi pompa Positive Displacement 28

II.7.2 Kapasitas pompa

Kapasitas pompa adalah besarnya laju aliran air yang harus dialirkan dalam hal ini dari tangki bawah menuju tangki atas. Besarnya kapasitas pompa pengisi pada sistem penyediaan air bersih biasanya diambil $2/3$ ²⁹⁾ dari kebutuhan puncak.

Sehingga kapasitas pompa pengisi dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q_{pu} = 2/3 Q_p \quad (3-15)$$

dimana:

Q_{pu} = kapasitas pompa pengisi (liter/dt)

Q_p = kebutuhan puncak (liter/dt)

III.7.3 Net Positive Head Suction (NPSH).

Net Positive Head Suction (NPSH) adalah suatu ukuran keamanan pompa terhadap terjadinya kavitasi, yang mempunyai hubungan dengan kondisi saluran masuk pompa.

Jika pompa mengalami kavitasi, maka sebagian zat cair akan menjadi uap, bila uap bercampur cairan, mengalir melalui daerah bertekanan lebih tinggi maka gelembung uap akan meletus yang akan menyebabkan kerusakan pada dinding saluran tempat terjadinya kavitasi, juga akan menimbulkan suara berisik dan getaran. Disamping itu kavitasi juga dapat menurunkan efisiensi volumetris pompa.

Ada dua macam NPSH yaitu: 30

A. NPSH yang tersedia (NPSH_A)

B. NPSH yang diperlukan (NPSH_R)

A. NPSH yang tersedia (NPSH_A)

NPSH_A adalah head yang dimiliki zat cair pada sisi hisap pompa atau tekanan mutlak total (statis + dinamis) pada sisi hisap pompa dikurangi dengan tekanan uap jenuh zat cair di tempat tersebut.

Bila pompa menghisap zat cair dari suatu tempat yang terbuka dimana tekanan permukaan zat cair tersebut pada tekanan atmosfer, maka besarnya NPSH yang tersedia dapat dihitung dengan menggunakan persamaan: 31

$$\text{NPSH}_A = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} \pm H_s - H_{lt} \quad (3-16)$$

dimana:

NPSH_A = NPSH yang tersedia (m)

P_a = tekanan absolut permukaan air pipa hisap (N/m²)

P_v = tekanan uap jenuh cairan (N/m²)

H_s = head hisap statis (m)

H_{lt} = head loss total pada pipa hisap (m)

B. NPSH yang diperlukan (NPSH_R)

30 Referensi 3 hal 58

31 Referensi 1 hal 74

NPSH yang diperlukan ($NPSH_R$) telah ditentukan oleh pabrik pembuat pompa. Agar pompa dapat bekerja dengan baik tanpa terjadinya kavitasi maka harus dipenuhi persyaratan sebagai berikut: 32

$$NPSH_A \geq NPSH_R$$

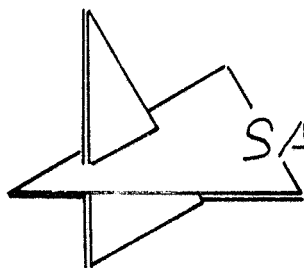
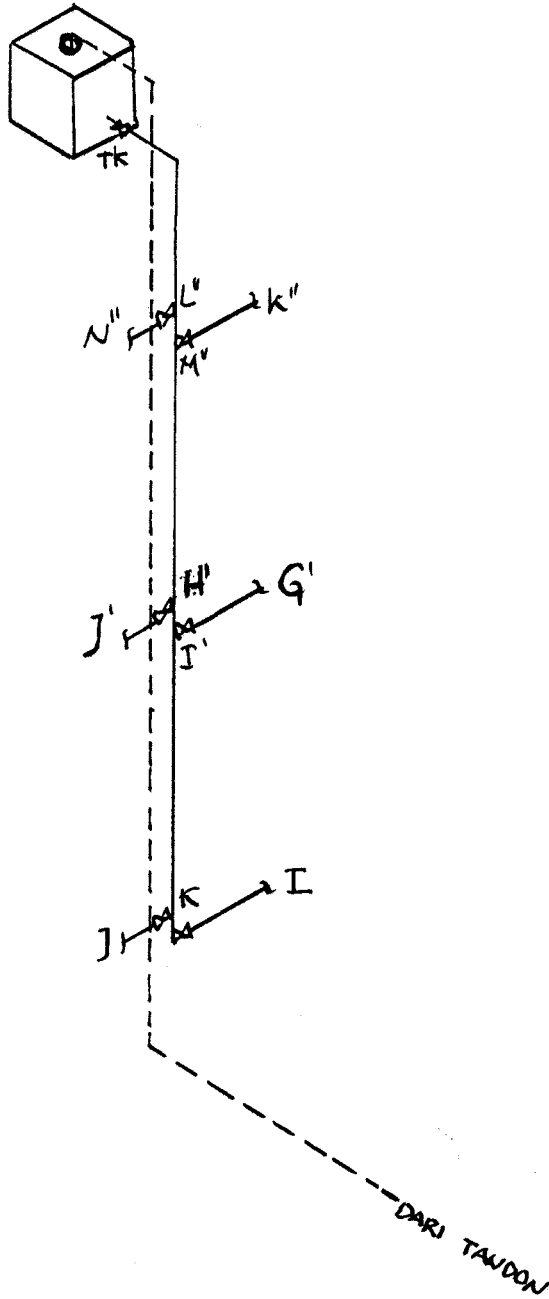
BAB IV**PERKIRAAN KEBUTUHAN AIR**

Untuk memperkirakan besarnya kebutuhan air di Gedung Laboratorium Penelitian Universitas Airlangga di Kampus C Sukolilo didasarkan pada unit beban alat plambing.

Jenis alat plambing yang dipasang adalah:

- Closet duduk dengan type penyedian tangki gelontor
- Urinoir dengan type penyediaan tangki gelontor
- Washbak dengan type penyediaan keran
- Wastafel dengan type penyediaan keran
- Keran air dengan type penyediaan keran

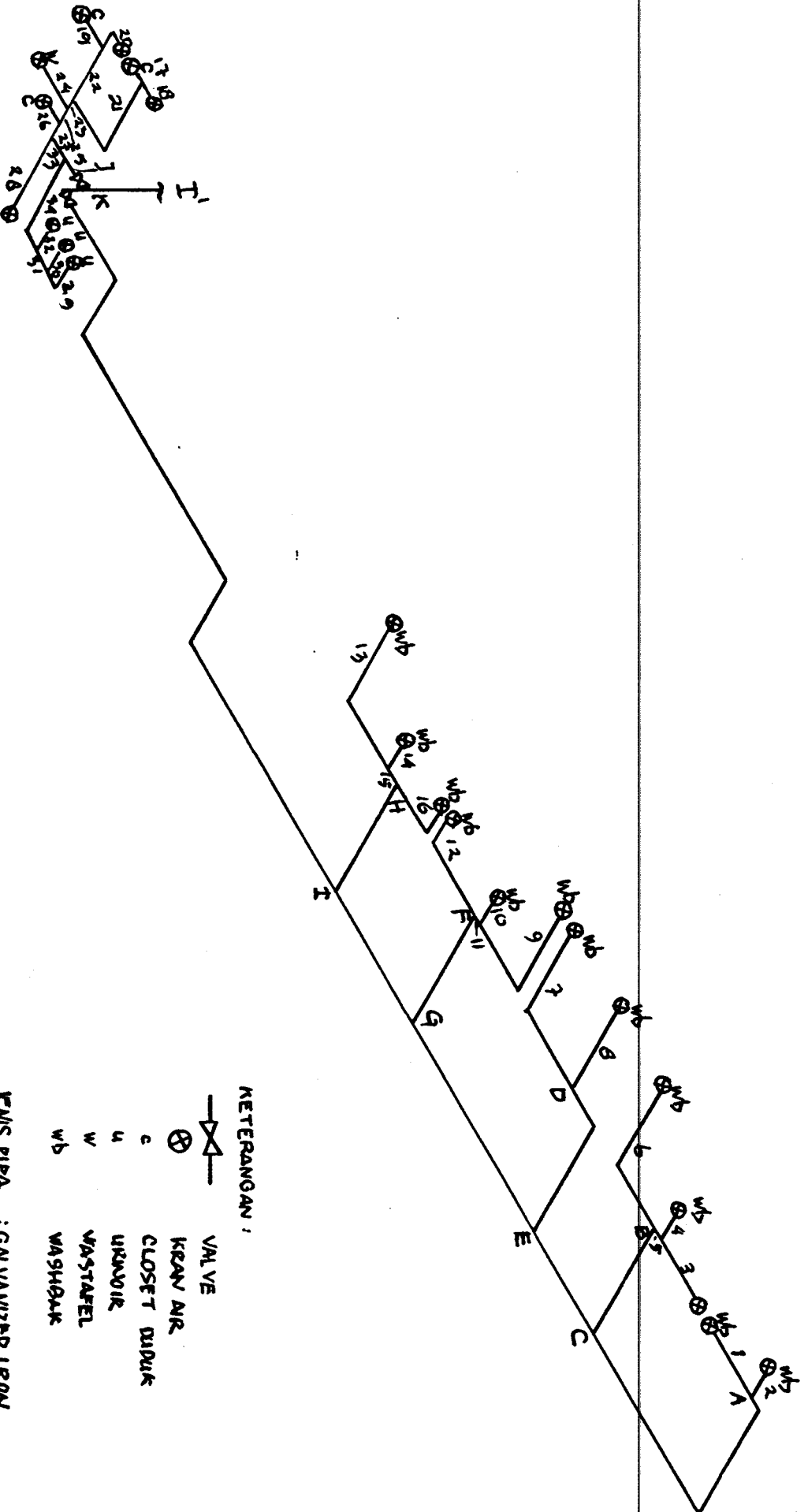
Kebutuhan air tiap-tiap section untuk masing-masing lantai dapat dilihat pada tabel berikut:



SALURAN AIR BERSIH

SKALA 1 : 200

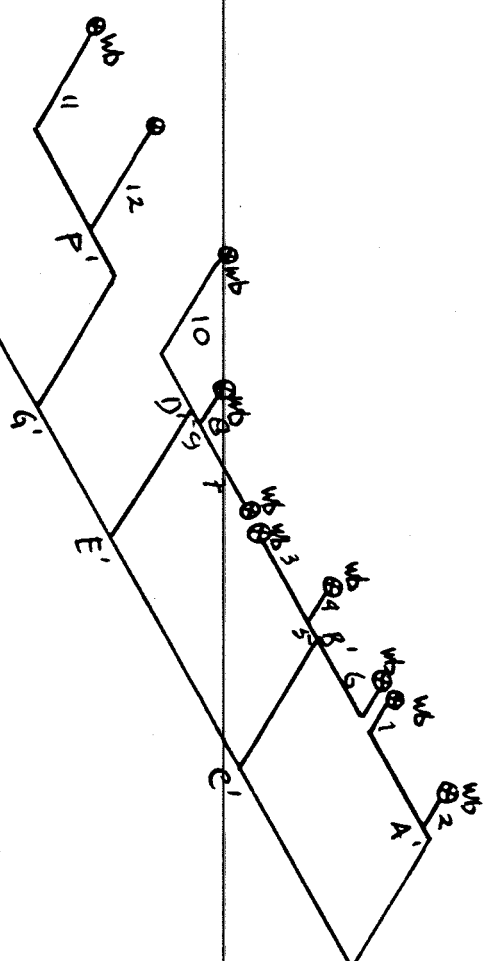
ISOMETRIS LANTAI 1



Tabel 4.1

Kebutuhan air untuk masing-masing section pada lantai 1

No	Section	Jenis Alat Plambing	Jenis Penyediaan Air	Unit beban (Fu)	Kapasitas Q (Ltr/dt)
1	1	1 washbak	keran	2	0,32
2	2	1 washbak	keran	2	0,32
3	A - C	$Fu1 + Fu2 =$		4	0,51
4	3	1 keran air	keran	2	0,32
5	4	1 washbak	keran	2	0,32
6	6	1 washbak	keran	2	0,32
7	B - C	$Fu3 + Fu4 + Fu6 =$		6	0,68
8	7	1 washbak	keran	2	0,32
9	8	1 washbak	keran	2	0,32
10	D - E	$Fu7 + Fu8 =$		4	0,51
11	9	1 washbak	keran	2	0,32
12	11	2 washbak	keran	4	0,51
13	12	1 washbak	keran	2	0,32
14	F - G	$Fu11 + Fu12 =$		6	0,68
15	13	1 washbak	keran	2	0,32
16	15	2 washbak	keran	4	0,51
17	16	1 washbak	keran	2	0,32
18	H - I	$Fu15 + Fu16 =$		6	0,68
19	17	1 closet	tangki gelontor	5	0,60
20	18	1 keran air	keran	2	0,32
21	21	$Fu17 + Fu18 =$		7	0,74
22	19	1 closet	tangki gelontor	5	0,60
23	20	1 keran air	keran	2	0,32
24	22	$Fu19 + Fu20 =$		7	0,74
25	23	$Fu21 + Fu22 =$		14	1,07
26	24	1 wastafel	keran	2	0,32
27	25	$Fu23 + Fu24 =$		16	1,14
28	26	1 closet	tangki gelontor	5	0,60
29	27	$Fu25 + Fu26 =$		21	1,26
30	28	1 keran air	keran	2	0,32
32	29	1 urinoir	tangki gelontor	3	0,41
33	31	2 urinoir	tangki gelontor	6	0,68
34	34	3 urinoir	tangki gelontor	9	0,86
35	33	$Fu27 + Fu28 =$		23	1,31
36	J - K	$Fu33 + Fu34 =$		32	1,51
Jumlah		Total		58	1,99

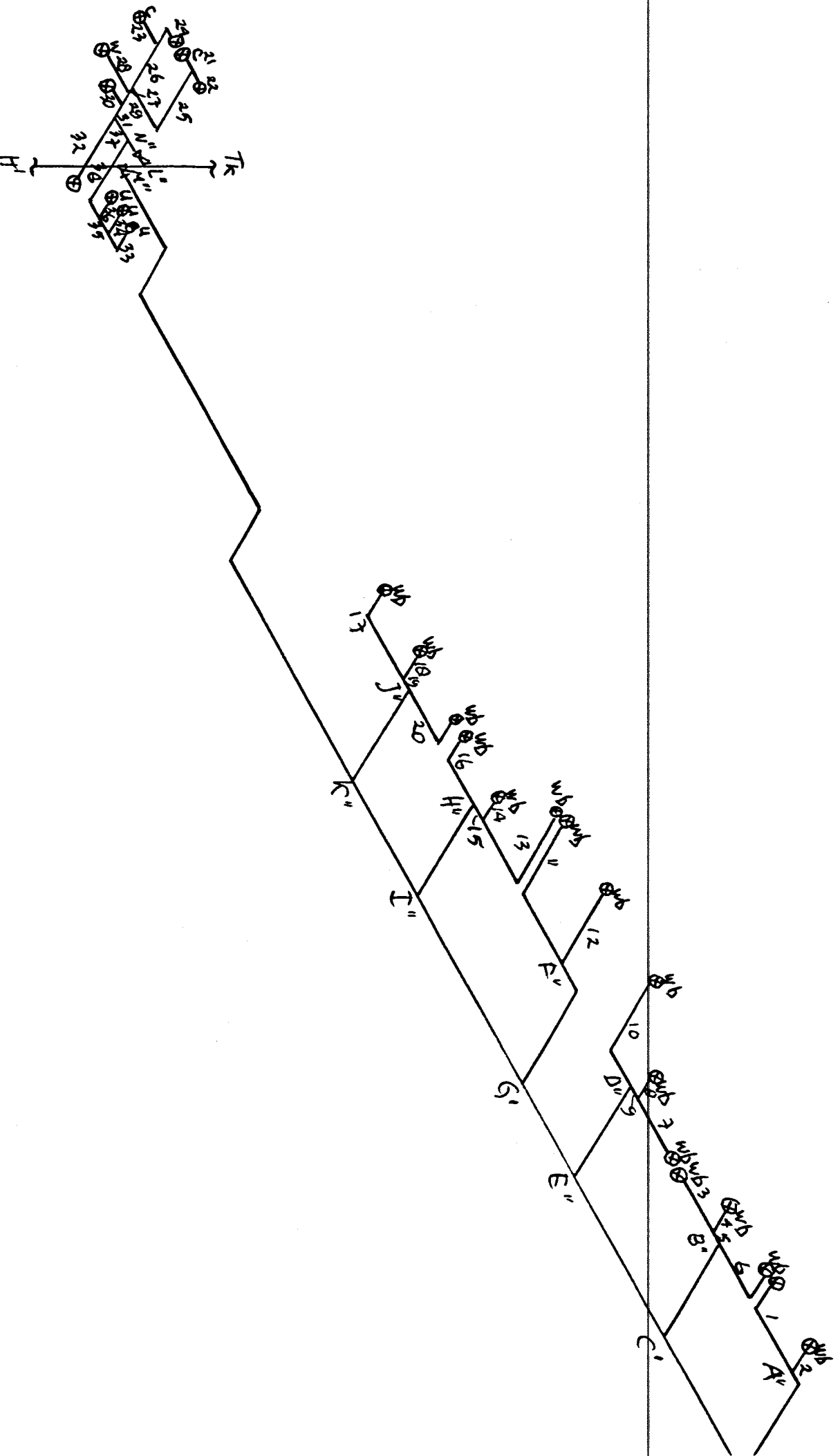


Tabel 4.2

Kebutuhan air untuk masing-masing section pada lantai 2

No	Section	Jenis Alat Plambing	Jenis Penyediaan Air	Unit beban (Fu)	Kapasitas Q (Ltr/dt)
1	1	1 washbak	keran	2	0,32
2	2	1 washbak	keran	2	0,32
3	A' - C'	Fu1 + Fu2 =		4	0,51
4	3	1 washbak	keran	2	0,32
5	5	2 washbak	keran	4	0,51
6	6	1 washbak	keran	2	0,32
7	B' - C'	Fu5 + Fu6 =		6	0,68
8	7	1 washbak	keran	2	0,32
9	9	2 washbak	keran	4	0,51
10	10	1 washbak	keran	2	0,32
11	D' - E'	Fu9 + Fu10 =		6	0,68
12	11	1 washbak	keran	2	0,32
13	12	1 washbak	keran	2	0,32
14	F' - G'	Fu11 + Fu12 =		4	0,51
15	13	1 closet	tangki gelontor	5	0,60
16	14	1 keran air	keran	2	0,32
17	17	Fu13 + Fu14 =		7	0,74
18	15	1 closet	tangki gelontor	5	0,60
19	16	1 keran air	keran	2	0,32
20	18	Fu15 + Fu16 =		7	0,74
21	19	Fu17 + Fu18 =		14	1,07
22	20	1 wastafel	keran	2	0,32
23	21	Fu 19+ Fu20 =		16	1,14
24	22	1 closet	tangki gelontor	5	0,60
25	23	Fu21 + Fu22 =		21	1,26
26	24	1 keran air	keran	2	0,32
27	25	1 urinoir	tangki gelontor	3	0,41
28	27	2 urinoir	tangki gelontor	6	0,68
29	30	3 urinoir	tangki gelontor	9	0,86
30	29	Fu23 + Fu24 =		23	1,31
32	J' - H'	Fu33 + Fu34 =		32	1,51
33	Jumlah	Total		52	1,88

ISOMETRIAS LAUTA 1 3



Tabel 4.3

Kebutuhan air untuk masing-masing section pada lantai 3

No	Section	Jenis Alat Plambing	Jenis Penyediaan Air	Unit beban (Fu)	Kapasitas Q (Ltr/dt)
1	1	1 washbak	keran	2	0,32
2	2	1 washbak	keran	2	0,32
3	A' - C''	Fu1 + Fu2 =		4	0,51
4	3	1 washbak	keran	2	0,32
5	5	2 washbak	keran	4	0,51
6	6	1 washbak	keran	2	0,32
7	B' - C''	Fu5 + Fu6 =		6	0,68
8	7	1 washbak	keran	2	0,32
9	9	2 washbak	keran	4	0,51
10	10	1 washbak	keran	2	0,32
11	D' - E''	Fu9 + Fu10 =		6	0,68
12	11	1 washbak	keran	2	0,32
13	12	1 washbak	keran	2	0,32
14	F' - G''	Fu11 + Fu12 =		4	0,51
15	13	1 washbak	keran	2	0,32
16	15	2 washbak	keran	4	0,51
17	16	1 washbak	keran	2	0,32
18	H' - I''	Fu15 + Fu16 =		6	0,68
19	17	1 washbak	keran	2	0,32
20	19	2 washbak	keran	4	0,51
21	20	1 washbak	keran	2	0,32
22	J' - K'	Fu 19 + Fu20 =		6	0,68
23	21	1 closet	tangki gelontor	5	0,60
24	22	1 keran air	keran	2	0,32
25	25	Fu21 + Fu22 =		7	0,74
26	23	1 closet	tangki gelontor	5	0,60
27	24	1 keran air	keran	2	0,32
28	26	Fu23 + Fu24 =		7	0,74
29	27	Fu25 + Fu26 =		14	1,07
30	28	1 wastafel	keran	2	0,32
31	29	Fu 27+ Fu28 =		16	1,14
32	30	1 closet	tangki gelontor	5	0,60
33	31	Fu29 + Fu30 =		21	1,26
34	32	1 keran air	keran	2	0,32
35	33	1 urinoir	tangki gelontor	3	0,41
36	35	2 urinoir	tangki gelontor	6	0,68
37	38	3 urinoir	tangki gelontor	9	0,86
38	37	Fu31 + Fu32 =		23	1,31
39	N' - L''	Fu37 + Fu38 =		32	1,51
	Jumlah	Total		64	2,1

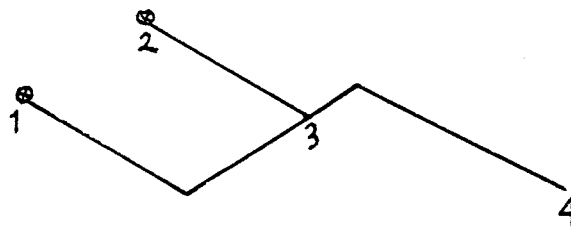
BAB V

PERENCANAAN DIAMETER PIPA

Diameter pipa distribusi air bersih pada dasarnya ditentukan berdasarkan hubungan antara kapasitas dan kecepatan aliran melalui pipa distribusi tersebut.

Untuk pipa bercabang ditentukan dengan persamaan kontinuitas untuk salah satu cabang dan persamaan energi untuk cabang yang lainnya.

Untuk lebih mudahnya menentukan diameter pipa distribusi untuk tiap-tiap section, maka kita bahas salah satu contoh berikut:



A. Penentuan diameter pipa pada section 1 - 3

Data:

$$L_1 = 5,8 \text{ meter}$$

$$Q_1 = 0,32 \text{ ltr/dt} = 0,00032 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$\begin{aligned} Le/D &= 1 \text{ elbow standar radius } 90^\circ + 1 \text{ tee aliran utama} \\ &= 30 + 20 = 50 \end{aligned}$$

$$V_{ass} = 1 \text{ m/dt}$$

Dari persamaan (3-4), diameter hitung pipa:

$$\begin{aligned} D(\text{hit}) &= \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot V_{\text{ass}}}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,00032}{\pi \cdot 1}} \\ &= 0,020 \text{ meter} \\ &= 0,787 \text{ in} \end{aligned}$$

Untuk menyesuaikan dengan diameter pipa yang ada dipasaran, maka direncanakan menggunakan pipa dengan ukuran nominal $\frac{3}{4}$ " yang mempunyai diameter dalam 0,824 in (= 0,021 meter)

Sehingga kecepatan sebenarnya (\bar{V}_1) :

$$\begin{aligned} \bar{V}_1 &= \frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot (D_1)^2} \\ &= \frac{4 \cdot 0,00032}{\pi \cdot (0,021)^2} \\ &= 0,93 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

Angka Reynold (Re)

$$Re = \frac{\bar{V}_1 \cdot D_1}{\nu}$$

Dari Gb. 3 untuk air pada temperatur 29°C didapat viskositas kinematik

$$\nu = 8 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{dt}$$

sehingga :

$$\begin{aligned} Re &= \frac{0,93 \times 0,021}{8 \times 10^{-7}} \\ &= 2,4 \times 10^4 \end{aligned}$$

Dari Gbr. 2 untuk bahan pipa galvanized iron yang mempunyai diameter dalam 0,824 in didapat:

$$e/D = 0,0067$$

Dari Moody diagram pada Gbr.1 , didapat harga faktor gesekan sebesar :

$$f = 0,037$$

Head loss total pada pipa 1-3 (H_{lt1-3})

$$\begin{aligned} H_{lt1-3} &= f \cdot \frac{(\bar{V}_1)^2}{2 \cdot g} \cdot (L_e/D + L/D) \\ &= 0,036 \cdot \frac{(0,93)^2}{19,6} (50 + 276,2) \end{aligned}$$

$$H_{lt1-3} = 0,52 \text{ meter}$$

B. Penentuan diameter pipa pada section 2 - 3

Data:

$$Q_2 = 0,32 \text{ ltr/dt} = 0,00032 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$L_2 = 3 \text{ meter}$$

$$L_e/D = 1 \text{ tee aliran cabang} = 60$$

$$\gamma = 9760.8 \text{ N/m}^3 \text{ (Dari Gbr.6 untuk air pada } 29^\circ\text{C)}$$

Untuk menentukan diameter pipa pada section 2 - 3 didasarkan pada persamaan energi di titik 1 dan titik 2 yaitu:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{(V_1)^2}{2 \cdot g} + z_1 + H_{lt1-3} = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{(V_2)^2}{2 \cdot g} + z_2 + H_{lt2-3}$$

dimana:

$$P_1 = P_2 = 2,94 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$$

$$z_1 = z_2 = 0 \text{ meter}$$

$$H_{lt1-3} = 0,52 \text{ meter}$$

Sehingga persamaan diatas menjadi:

$$\frac{(V_1)^2}{2 \cdot g} + H_{lt1-3} = \frac{(V_2)^2}{2 \cdot g} + H_{lt2-3}$$

$$\frac{(V_2)^2}{2 \cdot g} + f \frac{(V_2)^2}{2 \cdot g} (L_e/D + L/D) = \frac{(V_1)^2}{2 \cdot g} + H_{lt1-3}$$

$$\frac{(V_2)^2}{2 \cdot g} \cdot (1 + f (L_e/D + L/D)) = \frac{(V_1)^2}{2 \cdot g} + H_{lt1-3}$$

Dengan cara coba-coba , dimisalkan diameter rencana untuk pipa 2-3 adalah

0,753 in (= 0,019 meter)

$$\begin{aligned} \bar{V}_2 &= \frac{4}{\pi} \frac{Q_2}{(D_2)^2} \\ &= \frac{4}{\pi} \frac{0,00032}{(0,019)^2} \\ &= 1,13 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

Angka Reynold (Re)

$$Re = \frac{\bar{V}_2 D_2}{\nu}$$

$$Re = \frac{1,13 \times 0,019}{8 \times 10^{-7}}$$

$$= 2,7 \times 10^4$$

Kekasaran relatif (e/D) pipa dengan diameter dalam 0,753 in

$$e/D = 0,007$$

Dari Moody diagram, harga faktor gesekan

$$f = 0,037$$

Dengan memasukkan nilai diatas pada persamaan energi di titik 1 dan titik 2 terdahulu maka:

$$\frac{(V_2)^2}{2 \cdot g} \cdot (1 + f (Le/D + L/D)) = \frac{(V_1)^2}{2 \cdot g} + H_{lt1-3}$$

$$0,065 (1 + 0,037 (60 + 158)) = 0,044 + 0,52$$

$$0,58 = 0,57$$

Dari hasil perhitungan diatas diambil diameter pipa adalah 0,753 in

Untuk menyesuaikan dengan diameter pipa yang ada di pasaran, maka direncanakan menggunakan pipa dengan ukuran nominal $\frac{3}{4}$ " yang mempunyai diameter dalam 0,824 in (=0,021 meter).

Sehingga kecepatan sebenarnya (\bar{V}_2).

$$\bar{V}_2 = \frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q_2}{(D_2)^2}$$

$$= \frac{4 \cdot 0,00032}{\pi (0,021)^2}$$

$$= 0,93 \text{ m/dt}$$

Angka Reynold (Re)

$$Re = \frac{\bar{V}_2 \cdot D_2}{\nu}$$

$$Re = \frac{0,93 \times 0,021}{8 \times 10^{-7}}$$

$$= 2,4 \times 10^4$$

Harga faktor gesekan

$$f = 0,037$$

Head loss total pada pipa 2-3 ($H_{lt_{1-3}}$)

$$H_{lt_{2-3}} = f \cdot \frac{(V_2)^2}{2 \cdot g} \cdot (L_e/D + L/D)$$

$$= 0,037 (0,044) \cdot (60 + 143)$$

$$= 0,33 \text{ meter}$$

C. Perhitungan tekanan di titik 3

Tekanan di titik 3 dapat dicari dengan dua cara yaitu dengan menggunakan persamaan energi di titik 1-3 dan persamaan energi di titik 2-3

Persamaan energi 1-3

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{(V_1)^2}{2 \cdot g} + z_1 + H_{lt_{1-3}} = \frac{P_3}{\gamma} + \frac{(V_3)^2}{2 \cdot g} + z_3$$

dimana:

$$P_1 = 29400 \text{ N/m}^2$$

$$V_1 \gg V_3$$

$$z_1 = z_3 = 0$$

$$\gamma = 9760,8 \text{ N/m}^3$$

sehingga,

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{(V_1)^2}{2.g} + H_{lt_{1-3}} = \frac{P_3}{\gamma}$$

$$\frac{29400}{9760,8} + \frac{0,865}{19,6} + 0,33 = \frac{P_3}{9760,8}$$

$$P_3 = 33052 \text{ N/m}^2$$

Persamaan energi 2-3

$$\frac{P_3}{\gamma} + \frac{(V_3)^2}{2.g} + z_3 = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{(V_2)^2}{2.g} + z_2 + H_{lt_{2-3}}$$

dimana:

$$P_2 = 29400 \text{ N/m}^2$$

$$V_2 \gg V_3$$

$$z_2 = z_3 = 0$$

Sehingga,

$$\frac{P_2}{\gamma} + \frac{(V_2)^2}{2.g} + H_{lt_{2-3}} = \frac{P_3}{\gamma}$$

$$\frac{29400}{9760,8} + \frac{0,865}{19,6} + 0,52 = \frac{P_3}{9760,8}$$

$$P_3 = 34906 \text{ N/m}^2$$

Untuk lebih amannya, maka tekanan di titik 3 diambil yang terbesar yaitu 34906 N/m^2

D. Penentuan diameter pipa section 3-4

Data:

- $L_4 = 5,4$ meter
- $Q_4 = 0,51 \text{ ltr/dt} = 0,00051 \text{ m}^3/\text{dt}$
- $L_e/D = 1 \text{ elbow standar radius } 90^\circ + 1 \text{ tee aliran cabang}$
 $= 30 + 60$
 $= 90$
- $V_{ass} = 1 \text{ m/dt}$

Dengan menggunakan persamaan (3-4), diameter hitung pipa:

$$\begin{aligned} D(\text{hit}) &= \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{Q_4}{V_{ass}}} \\ &= \sqrt{\frac{4 \times 0,00051}{\pi \cdot 1}} \\ &= 0,026 \text{ meter} \\ &= 1,024 \text{ in} \end{aligned}$$

Untuk menyesuaikan dengan diameter pipa yang ada dipasaran, maka direncanakan menggunakan pipa dengan ukuran nominal 1" yang mempunyai diameter dalam 1,049 in (= 0,026 meter)

Sehingga kecepatan sebenarnya (\bar{V}_4) :

$$\begin{aligned} \bar{V}_4 &= \frac{4 Q_4}{\pi (D_4)^2} \\ &= \frac{4 \cdot 0,00051}{\pi \cdot (0,026)^2} \\ &= 0,92 \text{ m/dt} \end{aligned}$$

Angka Reynold (Re)

$$Re = \frac{\bar{V}_4 D_4}{\nu}$$

$$Re = \frac{0,92 \times 0,026}{8 \times 10^{-7}}$$

$$= 3 \times 10^4$$

Untuk bahan pipa galvanized iron yang mempunyai diameter dalam 1,049 in didapat

$$e/D = 0,0059$$

Dari Moody diagram, harga faktor gesekannya didapat:

$$f = 0,035$$

Head loss total pada pipa 1-3 (Hlt₁₋₃)

$$Hlt_{3-4} = f \cdot \frac{(\bar{V}_4)^2}{2 \cdot g} \cdot (Le/D + L/D)$$

$$= 0,035 \cdot \frac{(0,92)^2}{19,6} (90 + 207,7)$$

$$Hlt_{3-4} = 0,45 \text{ meter}$$

Untuk memudahkan perhitungan selanjutnya digunakan program sederhana sebagai berikut:


```
CLS
PRINT "Perhitungan diameter pipa dengan persamaan kontinuitas"
DATA 39.37, 8E-7, 9.8
READ t, v, g
CONST pi = 3.141592654#
PRINT
INPUT "Q dalam ltr/s ="; Q
INPUT "Vass dalam m/s ="; Vass
INPUT "L dalam meter ="; L
INPUT "Le/D ="; Le
Dhit(i) = SQR(4 / pi * Q * .001 / Vass) * t
PRINT "Dhit(inch)=", Dhit(i)
Dhit = Dhit(i) / t
INPUT "Diameter dalam, (inchi) yang ada di pasaran =", D(i)
INPUT "harga e/D yang sesuai =", e
D = D(i) / t
Vp = (4 / pi) * (Q * .001 / (D ^ 2))
Re = Vp * D / v
PRINT " Re =", Re
PRINT "e/D =", e
INPUT "harga faktor gesekan sesuai dengan Re dan e/D =", f
Hlt# = f * Vp ^ 2 / (2 * g) * (Le + L / D)
PRINT
PRINT
PRINT " Dhit dalam mm = "; Dhit * 1000
PRINT " Drenc dalam mm = "; D * 1000
PRINT " Vact dalam m/dt =", Vp
PRINT " Hlt dalam meter =", Hlt#
END
```

```

CLS
PRINT " Perhitungan diameter pipa dengan persamaan energi "
t = 39.37
v = .0000008
g = 9.8
Gm = 9760.8
CONST pi = 3.141592654#
INPUT "masukkan V1 (m/detik)="; V1
INPUT "masukkan P1 (N/m2) ="; P1
INPUT "masukkan Hlt1 (m) ="; Hlt1
INPUT "masukkan z1 (m) ="; z1
INPUT "masukkan Q (liter/detik) ="; Q
INPUT "masukkan L (m) ="; L
INPUT "masukkan Le/D ="; Le
INPUT "masukkan P (N/m2) ="; P
INPUT "masukkan z (m) ="; z
10 INPUT "Diameter hitung (inchi)="; D(i)
INPUT "masukkan harga e/D ="; e
Dh = D(i) / t
Vph = (4 / pi) * Q * .001 / (Dh ^ 2)
Re = Vph * Dh / v
PRINT "Re ="; Re
PRINT "e/D ="; e
INPUT "masukkan harga faktor gesekan sesuai dengan Re dan e/D ="; f
Xp = P / Gm + Vph ^ 2 / (2 * g) * (1 + f * (Le + L / Dh)) + z
Xp1 = P1 / Gm + (V1 ^ 2 / (2 * g)) + z1 + Hlt1
PRINT "Xp="; Xp
PRINT "Xp1="; Xp1
IF Xp1 - Xp >= .015 OR Xp - Xp1 >= .015 THEN 10
PRINT "Diameter hitung dalam inchi ="; D(i)
INPUT "masukkan diameter yang ada di pasaran (inchi) ="; D(i)
INPUT "harga e/D yang sesuai"; e
D = D(i) / t
Vp = (4 / pi) * (Q * .001 / (D ^ 2))
Re = Vp * D / v
PRINT "Re ="; Re
PRINT "e/D ="; e
INPUT "Harga faktor gesekan yang sesuai dengan harga Re dan e/D ="; f
Hlt = f * (Vp ^ 2) / (2 * g) * (Le + L / D)
PRINT " Dh hit dalam mm = "; Dh * 1000
PRINT " Drenc dalam mm ="; D * 1000
PRINT " Vact dalam m/dt ="; Vp
PRINT " Hlt dalam meter ="; Hlt
END

```

Hasil perhitungan dari program diatas, untuk masing-masing lantai dapat ditabelkan

sebagai berikut:

Tabel 5.1

Diameter pipa tiap section untuk lantai 1

Section	Fu	Q (Ltr/dt)	D _{hit} (mm)	D _{nom} (in)	D _{renc} (mm)	V _{act} (m/dt)	P (N/m ²)	Hlt (m)
1	2	0,32	20,19	¾"	20,93	0,93	29,4	0,22
2	2	0,32	20,09	¾"	20,93	0,93	29,4	0,18
3	2	0,32	20,19	¾"	20,93	0,93	29,4	0,22
4	2	0,32	20,09	¾"	20,93	0,93	29,4	0,18
5	4	0,51	20,81	¾"	20,93	1,48	31,978	0,32
6	2	0,32	20,22	¾"	20,93	0,93	29,4	0,55
A - C	4	0,51	25,48	1"	26,65	0,92	31,978	0,76
B - C	6	0,68	26,42	1"	26,65	1,22	33,510	0,55
7	2	0,32	20,19	¾"	20,93	0,93	29,4	0,53
8	2	0,32	19,10	¾"	20,93	0,93	29,4	0,33
C - E	10	0,92	25,51	1"	26,65	1,65	39,817	0,80
D - E	4	0,51	21,14	¾"	20,93	0,92	35,004	0,44
9	2	0,32	20,19	¾"	20,93	0,93	29,4	0,48
10	2	0,32	17,16	¾"	20,93	0,93	29,4	0,18
11	4	0,51	20,81	¾"	20,93	1,48	34,516	0,28
12	2	0,32	18,24	¾"	20,93	0,93	29,4	0,44
E - G	14	1,07	26,10	1"	26,65	1,91	48,981	2,02
F - G	6	0,68	18,76	¾"	20,93	1,97	38,340	1,75
13	2	0,32	20,19	¾"	20,93	0,93	29,4	0,53
14	2	0,32	16,51	¾"	20,93	0,93	29,4	0,16
15	4	0,51	20,81	¾"	20,93	0,92	35,004	0,35
16	2	0,32	17,07	¾"	20,93	0,93	29,4	0,36
G - I	20	1,24	32,45	1½"	40,90	0,94	72,272	0,20
H - I	6	0,68	18,42	¾"	20,93	1,97	39,511	1,75
17	5	0,59	25,02	1"	26,65	1,06	29,4	0,15
18	2	0,32	20,30	¾"	20,93	0,93	29,4	0,14
19	5	0,59	25,02	1"	26,65	1,06	29,4	0,19
20	2	0,32	20,04	¾"	20,93	0,93	29,4	0,16
21	7	0,74	25,94	1"	26,65	1,32	31,424	0,81
22	7	0,74	22,41	1"	26,65	1,32	31,814	0,29
23	14	1,07	26,10	1"	26,65	1,92	40,198	0,17
24	2	0,32	14,28	½"	15,80	1,63	29,4	0,81
25	16	1,14	26,94	1"	26,65	2,0	43,613	0,30
26	5	0,59	16,03	¾"	20,93	1,71	29,4	0,47
27	21	1,26	36,57	1½"	40,90	0,96	43,613	0,11
28	2	0,32	14,30	½"	15,80	1,63	29,4	1,19
29	3	0,41	20,04	¾"	20,93	1,19	29,4	0,29
30	3	0,41	20,45	¾"	20,93	1,19	29,4	0,26
31	6	0,68	25,81	1"	26,65	1,22	32,936	0,12

Tugas Akhir

Perencanaan Diameter Pipa

32	3	0,41	18,40	¾"	20,93	1,19	29,4	0,24
33	23	1,31	37,28	1½"	40,90	1,0	50,146	0,06
34	9	0,86	24,00	1"	26,65	1,54	34,876	0,91
I - K	26	1,38	29,70	1½"	40,90	1,05	74664	1,49
J - K	32	1,51	27,21	1½"	40,90	1,15	51230	0,75

Tabel 5.2

Diameter pipa tiap section untuk lantai 2

Section	Fu	Q (ltr/dt)	D _{hit} (mm)	D _{nom} (in)	D _{renc} (mm)	V _{act} (m/dt)	P (N/m ²)	H _{ht} (m)
1	2	0,32	20,19	¾"	20,93	0,93	29,4	0,36
2	2	0,32	17,88	¾"	20,93	0,93	29,4	0,16
3	2	0,32	20,19	¾"	20,93	0,93	29,4	0,23
4	2	0,32	19,76	¾"	20,93	0,93	29,4	0,17
5	4	0,51	20,81	¾"	20,93	1,48	32,076	0,34
6	2	0,32	18,92	¾"	20,93	0,93	29,4	0,41
A' - C'	4	0,51	25,48	1"	26,65	0,92	33,345	0,70
B' - C'	6	0,68	23,40	1"	26,65	1,22	36,583	0,55
7	2	0,32	20,19	¾"	20,93	0,93	29,4	0,22
8	2	0,32	19,76	¾"	20,93	0,93	29,4	0,16
9	4	0,51	20,81	¾"	20,93	1,48	31,978	0,16
10	2	0,32	20,85	¾"	20,93	0,93	29,4	0,49
C' - E'	10	0,92	25,51	1"	26,65	1,65	42,693	1,33
D' - E'	6	0,68	20,23	¾"	20,93	1,97	34,613	1,75
11	2	0,32	20,19	¾"	20,93	0,93	29,4	0,53
12	2	0,32	18,92	¾"	20,93	0,93	29,4	0,32
E' - G'	16	1,14	26,94	1"	26,65	2,0	56,497	1,21
F' - G'	4	0,51	17,30	¾"	20,93	1,48	35,036	1,35
13	5	0,59	25,02	1"	26,65	1,06	29,4	0,15
14	2	0,32	20,30	¾"	20,93	0,93	29,4	0,14
15	5	0,59	25,02	1"	26,65	1,06	29,4	0,19
16	2	0,32	20,04	¾"	20,93	0,93	29,4	0,16
17	7	0,74	25,94	1"	26,65	1,32	31,424	0,81
18	7	0,74	22,41	1"	26,65	1,32	31,814	0,29
19	14	1,07	26,10	1"	26,65	1,92	40,198	0,17
20	2	0,32	14,28	½"	15,80	1,63	29,4	0,81
21	16	1,14	26,94	1"	26,65	2,0	43,613	0,30
22	5	0,59	16,03	¾"	20,93	1,71	29,4	0,47
23	21	1,26	36,57	1½"	40,90	0,96	48,613	0,11
24	2	0,32	14,30	½"	15,80	1,63	29,4	1,19
25	3	0,41	20,04	¾"	20,93	1,19	29,4	0,29
26	3	0,41	20,45	¾"	20,93	1,19	29,4	0,26
27	6	0,68	25,81	1"	26,65	1,22	32,936	0,12
28	3	0,41	18,40	¾"	20,93	1,19	29,4	0,24
29	23	1,31	37,28	1½"	40,90	1,0	50,146	0,06
30	9	0,86	24,00	1"	26,65	1,54	34,876	0,91
K - I'	58	1,99	35,60	1½"	40,90	1,5	89,757	0,73
G' - I'	20	1,24	28,38	1½"	40,90	0,94	70,3	1,65
I' - H'	78	2,71	41,54	2"	52,50	1,25	98	0,08
J' - H'	32	1,51	34,29	1½"	40,90	1,15	51,230	2,66

Tabel 5.3

Diameter pipa tiap section untuk lantai 3

Section	Fu	Q (ltr/dt)	D _{hit} (mm)	D _{nom} (in)	D _{renc} (mm)	V _{act} (m/dt)	P (N/m ²)	Hht (m)
1	2	0,32	20,19	¾"	20,93	0,93	29,4	0,38
2	2	0,32	18,04	¾"	20,93	0,93	29,4	0,18
3	2	0,32	20,19	¾"	20,93	0,93	29,4	0,22
4	2	0,32	20,07	¾"	20,93	0,93	29,4	0,18
5	4	0,51	20,81	¾"	20,93	1,48	31,978	0,32
6	2	0,32	19,05	¾"	20,93	0,93	29,4	0,41
A" - C"	4	0,51	20,81	¾"	20,93	1,48	33,540	2,30
B" - C"	6	0,68	20,53	¾"	20,93	1,97	36,192	1,75
7	2	0,32	20,19	¾"	20,19	0,93	29,4	0,22
8	2	0,32	19,76	¾"	20,93	0,93	29,4	0,16
9	4	0,51	20,81	¾"	20,93	1,48	31,978	0,16
10	2	0,32	20,91	¾"	20,93	0,93	29,4	0,49
C" - E"	10	0,92	25,51	1"	26,65	1,65	57,08	1,33
D" - E"	6	0,68	18,24	¾"	20,93	1,98	34,631	1,75
11	2	0,32	20,19	¾"	20,93	0,93	29,4	0,54
12	2	0,32	19,05	¾"	20,93	0,93	29,4	0,33
E" - G"	16	1,14	26,94	1"	26,65	2,0	71,419	1,27
F" - G"	4	0,51	16,04	¾"	20,93	1,48	35,102	1,34
13	2	0,32	20,19	¾"	20,93	0,93	29,4	0,52
14	2	0,32	16,56	¾"	20,93	0,93	29,4	0,16
15	4	0,51	20,81	¾"	20,93	1,48	34,906	0,20
16	2	0,32	17,71	¾"	20,93	0,93	29,4	0,36
G" - I"	20	1,24	39,74	1½"	40,90	0,94	85,807	0,31
H" - I"	6	0,68	17,01	¾"	20,93	1,97	37,949	1,75
17	2	0,32	20,19	¾"	20,93	0,93	29,4	0,36
18	2	0,32	18,24	¾"	20,93	0,93	29,4	0,18
19	4	0,51	20,81	¾"	20,93	1,48	33,845	0,18
20	2	0,32	18,75	¾"	20,93	0,93	29,4	0,37
I" - K"	26	1,38	36,77	1½"	40,90	1,05	89,273	0,24
J" - K"	6	0,68	16,71	¾"	20,93	1,97	36,193	1,75
21	5	0,59	25,02	1"	26,65	1,06	29,4	0,15
22	2	0,32	20,30	¾"	20,93	0,93	29,4	0,14
23	5	0,59	25,02	1"	26,65	1,06	29,4	0,19
24	2	0,32	20,04	¾"	20,93	0,93	29,4	0,16
25	7	0,74	25,94	1"	26,65	1,32	31,424	0,81
26	7	0,74	22,41	1"	26,65	1,32	31,814	0,29
27	14	1,07	26,10	1"	26,65	1,92	40,198	0,17
28	2	0,32	14,28	½"	15,80	1,63	29,4	0,81
29	16	1,14	26,94	1"	26,65	2,0	43,613	0,30
30	5	0,59	16,03	¾"	20,93	1,71	29,4	0,47
31	21	1,26	36,57	1½"	40,90	0,96	48,613	0,11
32	2	0,32	14,30	½"	15,80	1,63	29,4	1,19
33	3	0,41	20,04	¾"	20,93	1,19	29,4	0,29

Tugas Akhir

Perencanaan Diameter Pipa

34	3	0,41	20,45	¾"	20,93	1,19	29,4	0,26
35	6	0,68	25,81	1"	26,65	1,22	32,936	0,12
36	3	0,41	18,40	¾"	20,93	1,19	29,4	0,24
37	23	1,31	37,28	1½"	40,90	1,0	50,146	0,06
38	9	0,86	24,00	1"	26,65	1,54	34,876	0,91
H' - M"	110	2,89	42,89	2"	40,90	1,33	99,559	0,45
K" - M"	32	1,51	29,47	1½"	40,90	1,14	92,165	1,71
M" - L"	142	3,37	46,32	2"	52,50	1,55	104,83	0,12
N" - L"	32	1,51	33,28	1½"	40,90	1,15	51,230	2,66
A" - Tk	174	3,78	49,06	2"	52,50	1,75	128,50	0,78

V.1 Diameter Pipa Dinas

Pipa dinas adalah pipa yang menyalurkan air dari pipa utama PDAM ke dalam gedung. Pipa dinas harus mempunyai ukuran yang cukup agar dapat mengalirkan air ke dalam gedung.

Apabila gedung tersebut dilengkapi dengan tangki air bawah, maka ukuran pipa dinas dapat diperkecil sampai ukuran tertentu yang cukup untuk memenuhi kebutuhan air rata-rata.

Kapasitas pipa dinas biasanya diambil sebesar $\frac{2}{3}$ dari kebutuhan air rata-rata.

Dari data kebutuhan air untuk gedung yaitu sebesar 3,78 liter/detik, sehingga kapasitas pipa dinas sebesar $\frac{2}{3} \times 3,78 = 2,52$ liter/detik.

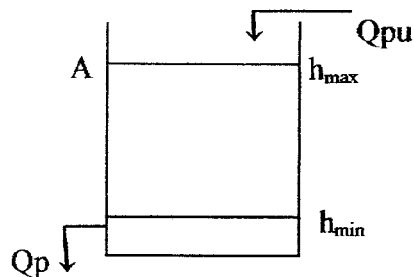
Diameter pipa dinas yang terdapat di Gedung Laboratorium Penelitian Universitas Airlangga Kampus C Sukolilo sesuai dengan yang diijinkan oleh PDAM adalah $2\frac{1}{2}$ ".

BAB VI

PERHITUNGAN KAPASITAS TANGKI AIR

VI.1 Kapasitas Tangki Air Atas

Untuk menghitung volume efektif tangki atas, dimulai pada saat permukaan air pada tangki di titik A seperti Gbr.4.1



Kapasitas tangki atas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3-14

yaitu:

$$V_E = (Q_p - Q_{pu}) T_p + (Q_{pu} \times T_{pu})$$

dimana:

Q_p = kebutuhan puncak (=226,8 liter/menit).

Q_{pu} = kapasitas pompa pengisi ($2/3 \times Q_p = 2/3 \times 226.8 = 151.2$ liter/menit).

T_p = jangka waktu kebutuhan puncak (=30 menit).

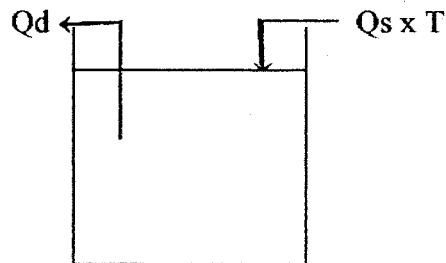
T_{pu} = jangka waktu kerja pompa pengisi (= 10 menit).

Sehingga volume efektif tangki atas adalah:

$$\begin{aligned} V_E &= (226,8 - 151,2) \times 30 + (151,2 \times 10) \\ &= 3780 \text{ liter.} \end{aligned}$$

VI.2 Kapasitas Tangki Air Bawah

Tangki bawah direncanakan untuk menampung air dari pipa utama PDAM sebelum dipompa menuju ke tangki atas



Kapasitas tangki air bawah dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3-13 yaitu:

$$V_R = Q_d - Q_s \cdot T$$

dimana:

Q_d = jumlah kebutuhan air per hari ($=109 \text{ m}^3$)

Q_s = kapasitas pipa dinas perjam ($=9,1 \text{ m}^3$)

T = pemakaian air rata-rata perhari ($=8 \text{ jam}$)

Sehingga kapasitas tangki bawah :

$$\begin{aligned} V_R &= 109 - (9,1 \times 8) \\ &= 36,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

BAB VII**PEMILIHAN POMPA**

Mengingat pentingnya penggunaan pompa serta banyaknya jenis, ukuran serta penggunaan yang berbeda-beda maka dalam menentukan pompa yang akan dipergunakan perlu diseleksi terlebih dahulu.

Beberapa hal yang dipakai sebagai dasar untuk menentukan jenis pompa yang hendak dipasang adalah:

- Besarnya head yang diperlukan
- Besarnya kapasitas yang diperlukan
- Kondisi kerja pompa
- Jenis penggerak yang digunakan

Langkah-langkah yang diperlukan dalam pemilihan pompa adalah sebagai berikut:

- Menghitung kapasitas pompa
- Menghitung head pompa
- Menentukan putaran pompa
- Memilih type pompa
- Pemeriksaan letak pompa

VII.1 Kapasitas pompa

Kapasitas pompa pengisi dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3-15 yaitu:

$$Q_{pu} = 2/3 Q_p$$

dimana:

Q_{pu} = kapasitas pompa pengisi (liter/ detik)

Q_p = kebutuhan puncak (=3,78 liter/detik)

Sehingga kapasitas pompa pengisi:

$$\begin{aligned} Q_{pu} &= 2/3 \times 3,78 \\ &= 2,52 \text{ liter/detik} \end{aligned}$$

VII.2 Instalasi Pompa

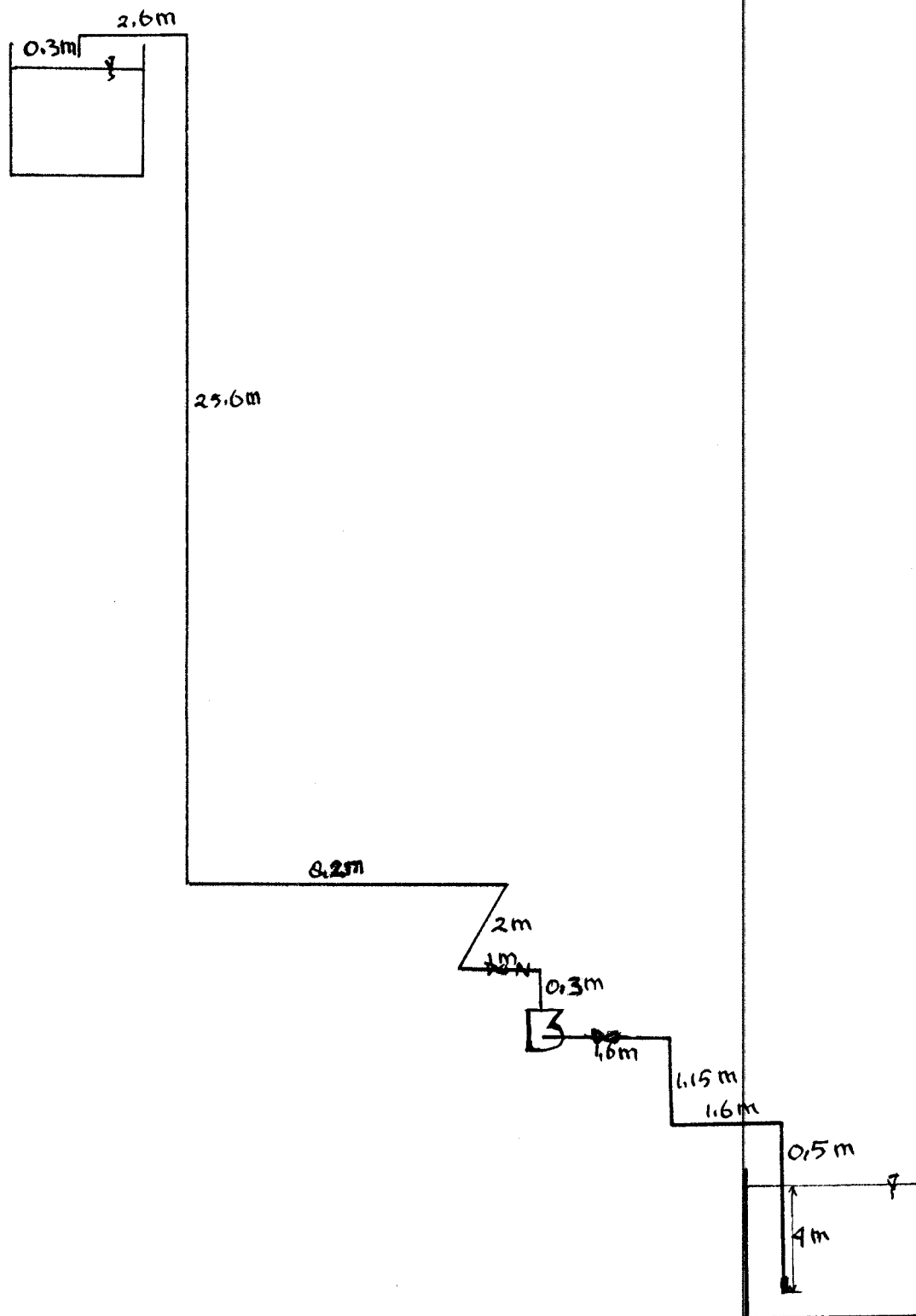
Dalam pemakaiannya, pompa tidak dapat bekerja sendiri tanpa fasilitas penunjang seperti pipa-pipa dan katup-katup yang tersusun dalam suatu instalasi pompa. Bagian terpenting dalam suatu instalasi pompa adalah pipa hisap (suction) dan pipa tekan (discharge).

VII.2.1 Pipa hisap (suction)

Pipa hisap digunakan untuk mengalirkan fluida dari tangki bawah menuju pompa.

A. Diameter pipa hisap.

Diameter pipa hisap ditentukan sedemikian rupa sehingga kecepatan aliran air berkisar antara 2 sampai 3 m/detik.



INSTALASI POMPA

Dari perhitungan terdahulu, kapasitas pompa pengisi sebesar 2,52 liter/detik ($=0,00252 \text{ m}^3/\text{detik}$). Untuk perhitungan awal, kecepatan aliran air diasumsikan 3 m/detik.

Sehingga diameter pipa hisap:

$$\begin{aligned} D_{\text{hit}} &= \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \frac{Q_{\text{pu}}}{V_{\text{ass}}}} \\ &= \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \frac{0,00252}{3}} \\ &= 0,033 \text{ m} \end{aligned}$$

Untuk menyesuaikan dengan diameter pipa yang terdapat dipasaran maka direncanakan menggunakan pipa yang mempunyai ukuran nominal 1½" yang mempunyai diameter dalam 1,610 in.

Sehingga kecepatan rata-rata aliran air dalam pipa suction:

$$\begin{aligned} \bar{V}_s &= \frac{4}{\pi} \times \frac{Q_{\text{pu}}}{(D_s)^2} \\ &= \frac{4}{\pi} \times \frac{0,00252}{(0,04)^2} \\ &= 2,0 \text{ m/detik} \end{aligned}$$

B. Kerugian head pada pipa hisap

Head loss mayor (hl)

Head loss mayor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3-7 yaitu:

$$hl = f \frac{L_s}{D_s} \times \frac{\bar{V}_s^2}{2 \cdot g}$$

dimana:

$$L_s = \text{panjang pipa} = 8,85 \text{ m}$$

$D_s = \text{diameter pipa hisap} = 0,04 \text{ m}$

$\bar{V}_s = \text{kecepatan rata-rata} = 2,0 \text{ m/detik.}$

Reynold number (Re)

$$Re = \frac{\bar{V}_s \times D_s}{\nu}$$

$$= \frac{2,0 \times 0,04}{8 \cdot 10^{-7}}$$

$$Re = 10^5$$

Untuk bahan pipa Galvanized Iron yang mempunyai diameter dalam 1,610 didapat harga kekasaran relatif (e/D) pipa sebesar 0,0038.

Dari Moody diagram, didapat harga faktor gesekan

$$f = 0,029.$$

Sehingga head loss mayor untuk pipa hisap(suction) adalah:

$$h_l = 0,029 \times \frac{8,85}{0,04} \times \frac{4}{19,6}$$

$$= 1,31 \text{ meter.}$$

Head loss minor

Head loss minor dihitung dengan menggunakan persamaan 3-9 yaitu:

$$h_{lm} = f \frac{L_e}{D} \times \frac{\bar{V}_s^2}{2 \cdot g}$$

dimana:

$L_e/D = \text{panjang equivalen pipa.}$

$$\begin{aligned} &= 3 \text{ standard elbow } 90^0 + 1 \text{ gate valves Pulp Stock} + 1 \text{ strainer} \\ &= 182. \end{aligned}$$

Sehingga head loss minor yang terjadi pada pipa hisap (suction) adalah:

$$\begin{aligned} h_{lm} &= 0,029 \times 182 \times 0,204 \\ &= 1,08 \text{ m.} \end{aligned}$$

C. Head loss total pada pipa hisap.

Head loss total pada pipa hisap adalah jumlah dari head loss mayor dan head loss minor yang terjadi pada pipa saluran hisap.

Sehingga besarnya head loss total pada pipa hisap sebesar

$$\begin{aligned} h_{lt(s)} &= h_l + h_{lm} \\ &= 1,31 + 1,08 \\ &= 2,39 \text{ m.} \end{aligned}$$

VII.2.1 Pipa tekan (discharge)

A. Diameter pipa tekan

Perhitungan diameter pipa tekan sama dengan perhitungan diameter pipa hisap yaitu berdasarkan laju dan kecepatan aliran dalam pipa tersebut. Kecepatan aliran yang dianjurkan juga berkisar antara 2 sampai 3 m/detik.

Dari perhitungan terdahulu, kapasitas pompa pengisi sebesar 2,52 liter/detik ($=0,00252 \text{ m}^3/\text{detik}$). Untuk perhitungan awal, kecepatan aliran air diasumsikan 3 m/detik.

Sehingga diameter pipa tekan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3-4 yaitu:

$$\begin{aligned}
 D_{hit} &= \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \frac{Q_{pu}}{V_{ass}}} \\
 &= \sqrt{\frac{4}{\pi} \times \frac{0,00252}{3}} \\
 &= 0,033 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Untuk menyesuaikan dengan diameter pipa yang terdapat dipasaran maka direncanakan menggunakan pipa yang mempunyai ukuran nominal 1½" yang mempunyai diameter dalam 1,610 in.

Sehingga kecepatan rata-rata aliran air dalam pipa tekan :

$$\begin{aligned}
 \bar{V}_d &= \frac{4}{\pi} \times \frac{Q_{pu}}{(D_s)^2} \\
 &= \frac{4}{\pi} \times \frac{0,00252}{(0,04)^2} \\
 &= 2,0 \text{ m/detik}
 \end{aligned}$$

B. Kerugian head pada pipa tekan

Head loss mayor (hl)

Head loss mayor dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 3-7 yaitu:

$$hl = f \frac{L_d}{D_d} \times \frac{\bar{V}_d^2}{2 \cdot g}$$

dimana:

L_d = panjang pipa = 40 m

D_d = diameter pipa tekan = 0,04 m

\bar{V}_d = kecepatan rata-rata = 2,0 m/detik.

Reynold number (Re)

$$Re = \frac{\bar{V}d \times Dd}{\nu}$$

$$= \frac{2,0 \times 0,04}{8 \cdot 10^{-7}}$$

$$Re = 10^5$$

Untuk bahan pipa Galvanized Iron yang mempunyai diameter dalam 1,610 didapat harga kekasaran relatif pipa sebesar 0,0038.

Dari Moody diagram, didapat harga faktor gesekan

$$f = 0,029.$$

Sehingga head loss mayor untuk pipa tekan(discharge) adalah:

$$hl = 0,029 \times \frac{40}{0,04} \times \frac{4}{19,6}$$

$$= 5,92 \text{ m.}$$

Head loss minor

Head loss minor dihitung dengan menggunakan persamaan 3-9 yaitu:

$$h_{lm} = f \frac{L_e}{D} \times \frac{\bar{V}d^2}{2.g}$$

dimana:

L_e/D = panjang equivalen pipa.

= 6 elbow standar radius 90° + 1 gate valves Pulp stock +

1 check valves conventional swing.

$$= 332$$

Sehingga head loss minor yang terjadi pada pipa tekan (discharge) adalah:

$$h_{lm} = 0,029 \times 332 \times 0,204$$

$$= 1,97 \text{ m.}$$

C. Head loss total pada pipa tekan.

Head loss total pada pipa tekan adalah jumlah dari head loss mayor dan head loss minor yang terjadi pada pipa saluran tekan.

Sehingga besarnya head loss total pada pipa tekan sebesar

$$h_{lt(d)} = h_l + h_{lm}$$

$$= 5,92 + 1,97$$

$$= 7,89 \text{ m.}$$

D. Head loss total instalasi (ΣH_{lt1-2})

Head loss total instalasi adalah jumlah dari head loss total yang terjadi pada pipa hisap dan pipa tekan

Sehingga besarnya harga head loss total untuk instalasi adalah:

$$\Sigma H_{lt1-2} = H_{lt(s)} + H_{lt(d)}$$

$$= 2,39 + 7,89$$

$$= 10,28 \text{ m.}$$

VII.3 Head Pompa

Head pompa adalah head yang harus disediakan pompa agar mampu mengalirkan air dari bak penampung bawah menuju ke tangki atas.

Tugas Akhir

Pemilihan Pompa

Dari instalasi pompa dengan menggunakan persamaan energi maka head pompa dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan energi sebagai berikut:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + H_p = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2 + \sum H_{lt1-2}$$

$$H_p = \left(\frac{P_2 - P_1}{\gamma} \right) + \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g} \right) + (z_2 - z_1) + \sum H_{lt1-2}$$

dimana:

$\frac{P_2 - P_1}{\gamma}$ = Perbedaan head tekanan pada air keluar pipa discharge dengan tekanan pada permukaan air tangki bawah.

Karena kedua tekanan sama yaitu 1 atmosfer, maka perbedaan tekanannya adalah 0

$\frac{V_2^2 - V_1^2}{2g}$ = Perbedaan head kecepatan antara titik 1 dan titik 2.

Di titik 1 merupakan kecepatan turun permukaan pada tangki bawah yang besarnya jauh lebih kecil dari pada kecepatan air keluar pipa discharge. Sehingga kecepatan di titik 1 bisa diabaikan atau sama dengan 0

$z_2 - z_1$ = Head statis total (Hs) yaitu perbedaan ketinggian ujung pipa discharge (titik 2) dengan ketinggian permukaan air pada tangki bawah (titik 1) yang diukur terhadap sumbu poros pompa.

$\sum H_{lt1-2}$ = Head loss total instalasi

Sehingga persamaan diatas menjadi :

$$\begin{aligned} H_p &= \frac{V_2^2}{2 \cdot g} + (z_2 - z_1) + \sum H_{lt1-2} \\ &= 0,204 + (25,8 - (-1,65)) + 10,28 \\ &= 37,75 \text{ m.} \end{aligned}$$

Head pompa direncanakan sebesar 38 m.

VII.4 Pemilihan Jenis Pompa

Untuk menentukan jenis pompa yang sesuai, maka sebelum melakukan pemilihan perlu diketahui bahwa fluida yang akan dialirkan oleh pompa adalah air bersih dengan head sebesar 38 meter dan kapasitas 9,1 m³/jam.

Untuk pompa pengisi tangki air atas, diperlukan pompa yang memiliki kriteria sebagai berikut:

- Memiliki aliran discharge yang tidak intermittent
- Mampu mengalirkan fluida yang abrasive atau mengandung sedikit kotoran/pasir.
- Mempunyai tekanan discharge yang cukup tinggi
- Mampu mengalirkan fluida dengan kapasitas yang cukup besar
- Mudah dalam pengaturan head dan kapasitas

Characteristics dari pompa modern dapat dilihat pada Lampiran

Dari tabel tersebut, yang memenuhi kriteria diatas adalah pompa centrifugal

Adapun kriteria dari pompa centrifugal adalah:

- Mempunyai aliran discharge yang kontinyu
- Tekanan discharge cukup tinggi
- Mudah dalam pengaturan head dan kapasitas
- Fluida yang dialirkan bisa bersifat abrasive atau non abrasive
- Mampu mengalirkan kapasitas yang cukup besar
- Konstruksi sederhana dan juga mudah perawatannya
- Ukuran pompa lebih kecil dan juga beratnya lebih ringan dibandingkan dengan jenis pompa lain untuk head dan kapasitas yang sama

VII.5 Pemilihan Type Pompa

Dari perhitungan terdahulu, dimana head pompa sebesar 30 m, dan kapasitasnya sebesar 9,1 m³/jam. Dengan bantuan grafik yang didapat dari brosur pompa Centrifugal dipilih pompa Centrifugal type ETA-N 50 x 32 -160.

VII.6 Pemeriksaan Letak Pompa

Untuk memeriksa keamanan letak pompa terhadap terjadinya kavitasi dapat diketahui dari nilai NPSH.

Agar pompa aman terhadap terjadinya kavitasi, maka harus dipenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$NPSH_A \geq NPSH_R$$

$$NPSH_A = \frac{P_a}{\gamma} - \frac{P_v}{\gamma} - H_s - H_{lt}(s)$$

dimana:

P_a = tekanan absolut permukaan air pipa hisap

$$= 1 \text{ atm} = 101325 \text{ N/m}^2$$

P_v = tekanan uap jenuh air pada temperatur 29°C

$$= 0,041 \text{ bar} = 4100 \text{ N/m}^2 \text{ (lihat Gbr.7)}$$

H_s = head hisap statis (= 1,65 m)

$H_{lt(s)}$ = head loss total pipa hisap (= 2,39 m)

γ = berat spesifik (= $9760,8 \text{ N/m}^3$)

Sehingga

$$NPSH_A = \frac{101325}{9760,8} - \frac{4100}{9760,8} - 1,65 - 2,39$$

$$= 5,92 \text{ m.}$$

Dari brosur pompa centrifugal, NPSH yang diperlukan ($NPSH_R$) sebesar 2 m.

Dengan demikian;

$$NPSH_A \geq NPSH_R$$

$$5,92 \text{ m} \geq 2 \text{ m}$$

Jadi letak pompa, aman terhadap adanya kavitasi

BAB VIII

KESIMPULAN

Dari uraian terdahulu, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Untuk memperkirakan besarnya kebutuhan air pada sistem distribusi air bersih di Laboratorium Penelitian Universitas Airlangga di Kampus C Sukolilo didasarkan pada unit beban alat plambing.
2. Didalam melakukan perhitungan diameter pipa distribusi air bersih, perhitungan pertama dimulai dari pipa yang terjauh/terpanjang yang dianggap berada pada situasi paling kritis.
3. Dengan diketahuinya kapasitas yang dibutuhkan berdasarkan unit beban alat plambing, maka diameter pipa dapat ditentukan dengan persamaan kontinuitas, dan head loss pipa yang bersangkutan dapat dihitung. Untuk perhitungan pipa selanjutnya dapat ditentukan dengan persamaan energi.
4. Apabila dalam menyelesaikan masalah ini menggunakan persamaan energi untuk mencari diameter pipa, setelah diketahui harga head lossnya(hlt) , besarnya kecepatan (V), letak ketinggian (z), dan tekanannya (P) akan didapat suatu persamaan yang kompleks, sehingga untuk menyelesaikannya digunakan cara coba-coba.
5. Pemilihan pompa didasarkan atas head total pompa dan kapasitas aliran.
6. Untuk menjaga agar tidak terjadi kavitasi di dalam pompa maka NPSH yang tersedia harus lebih besar atau sama dengan dari NPSH yang diperlukan.

PENUTUP

Dengan mengucapkan syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas selesainya penulisan Tugas Akhir ini.

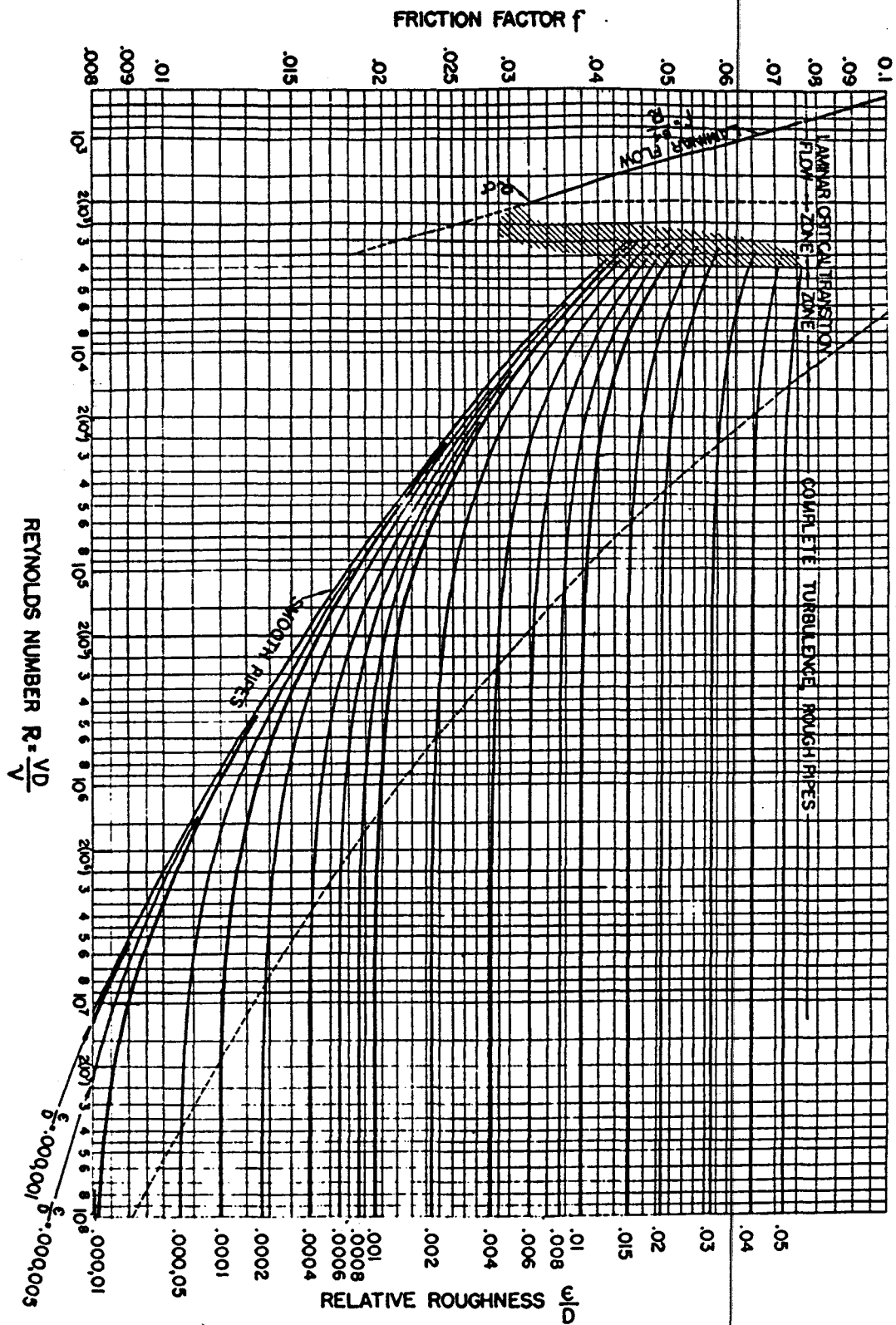
Dalam menyelesaikan penulisan ini tentunya ada kekurangan dan kesalahan yang menyebabkan kurang sempurnanya hasil Tugas Akhir ini, maka kami akan dengan senang hati jika mendapatkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan ini.

Untuk itu semua kami sekali lagi mengucapkan banyak-banyak terimakasih kepada bapak Ir. Heru Mirmanto sebagai dosen pembimbing Tugas Akhir ini yang telah membimbing kami dengan penuh kesabaran hingga selesainya penyusunan Tugas Akhir ini.

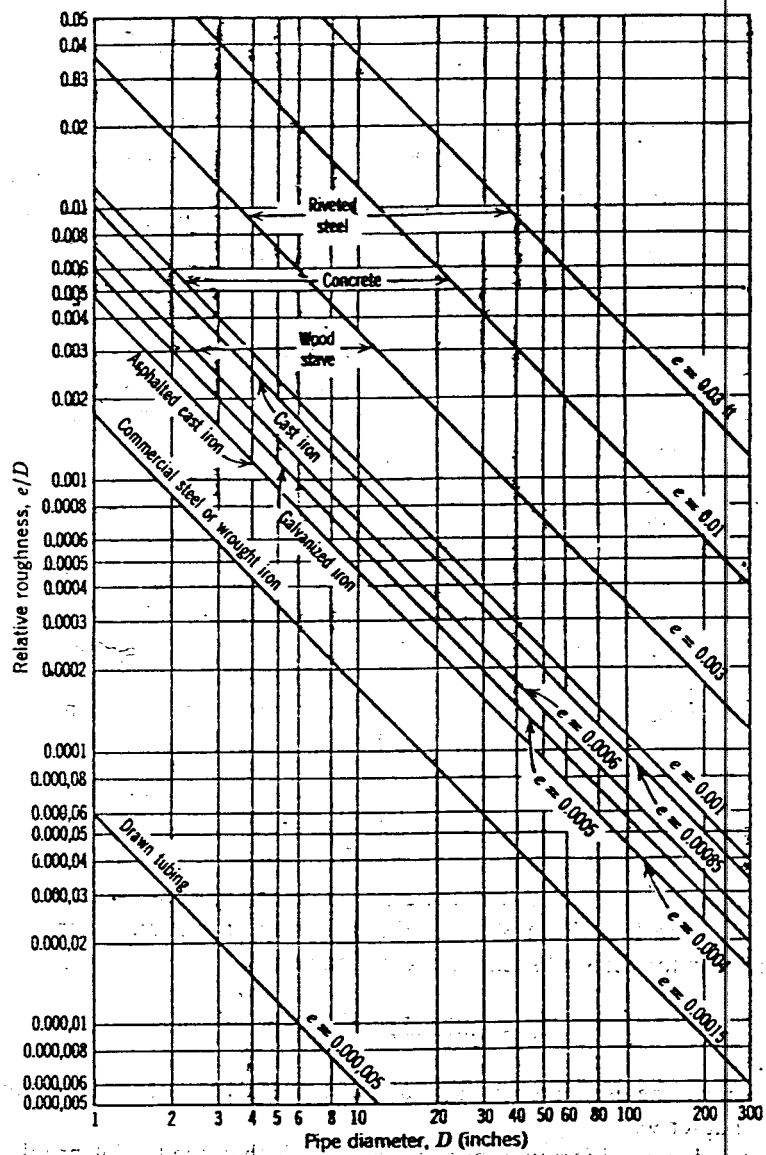
Akhir kata semoga penulisan ini bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan masyarakat pada umumnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Austin H. Church "Centrifugal Pumps and Blowers" Robert E. Krieger Publishing Company, Huntington, N.Y. 1972
2. Brosur "ETA.N Centrifugal Pumps" Torishima Pump.
3. B.S. Anwir, Ing. A. Nouwen "Pompa 2" Penerbit Bhratara Karya Aksara-Jakarta, 1981.
4. Ernes F. Brater, Horace Williams King "Handbook of Hydraulics" McGraw-Hill Book Company.
5. Hicks and Edwards "Pump Application Engineering" McGraw-Hill Book Company, Copyright 1971.
6. Igor J Karassik "Pump Handbook" McGraw-Hill Book Company.
7. Louis. S, Neilsen "Standard Plumbing Engineering Design" McGraw-Hill Book Company Inc, 1982
8. Robert D. Blevins "Applied Fluid Dynamics Handbook"
9. Robert W. Fox, Alan T. McDonald "Introduction to Fluid Mechanics" John Wiley & Sons, Third Edition, Copyright 1985.
10. Soufyan M. Noerbambang, Takeo Morimura (Peter) "Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing" Association For International Technical Promotion, Tokyo 1985.

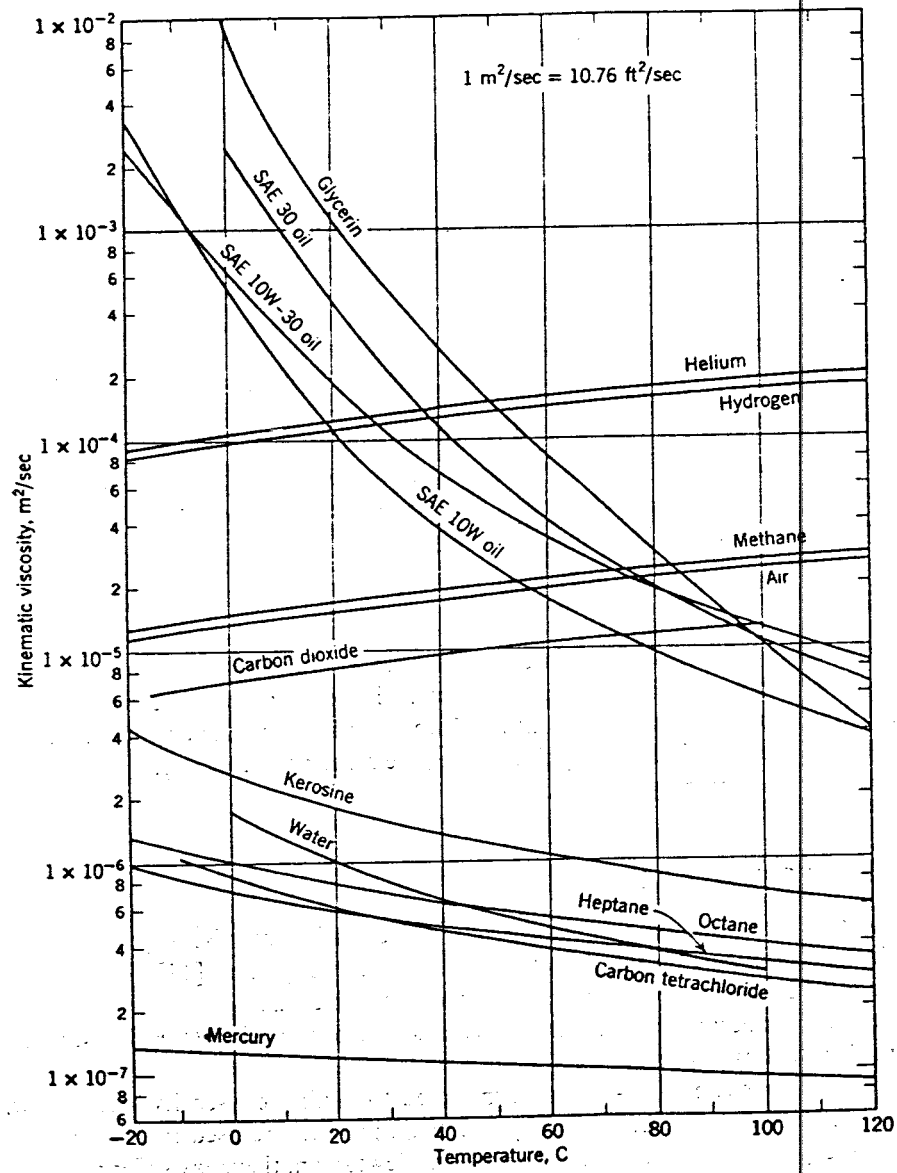


Gbr.1 Friction faktorⁱ



Gbr.2 Nilai kekasaran relative bahan pipa ⁱⁱ

ⁱⁱ Referensi 9 hal 363



Gbr.3 Viscositas kinematik ⁱⁱⁱ

ⁱⁱⁱ Referensi 9 hal 687

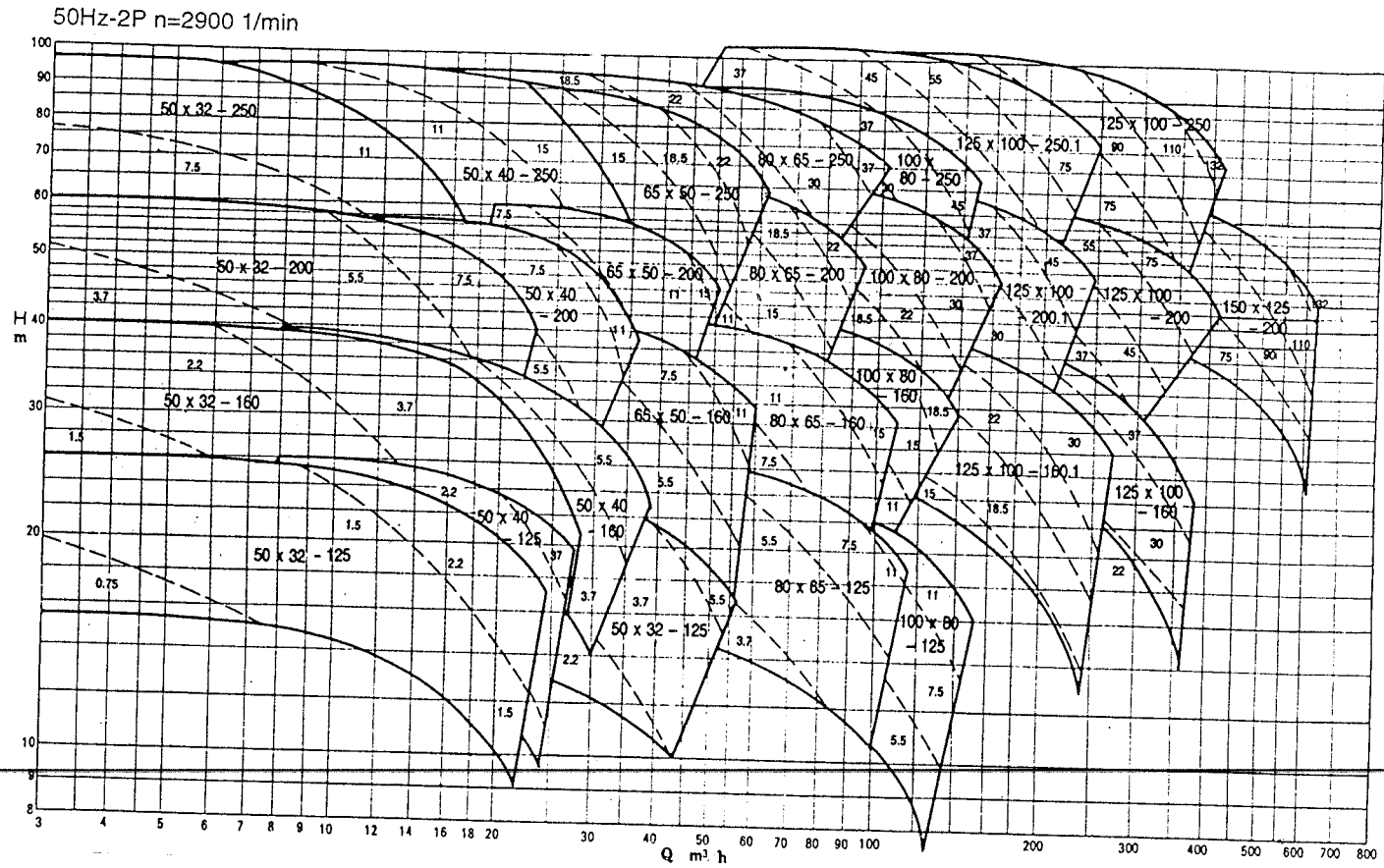
Tabel .1

Panjang equivalen diameter pipa (Le/D) untuk berbagai katup dan fitting^{iv}

Description of product				Equivalent length in pipe diameters, L/D	
Globe valves	Stem perpendicular to run	With no obstruction in flat, bevel, or plug type seat	Fully open	340	
		With wing or pin-guided disk	Fully open	450	
	Y pattern	(No obstruction in flat, bevel, or plug type seat) With stem 60° from run of pipeline	Fully open	175	
		With stem 45° from run of pipeline	Fully open	145	
Angle valves		With no obstruction in flat, bevel, or plug type seat	Fully open	145	
		With wing or pin-guided disk	Fully open	200	
Gate valves	Wedge, disk, double-disk, or plug-disk		Fully open	13	
			Three-quarters open	35	
			One-half open	160	
			One-quarter open	900	
	Pulp stock		Fully open	17	
			Three-quarters open	50	
			One-half open	260	
			One-quarter open	1200	
Conduit pipeline gate, ball, and plug valves			Fully open	3*	
Check valves	Conventional swing	0.5†	Fully open	135	
	Clearway swing	0.5†	Fully open	50	
	Globe-lift or stop; stem perpendicular to run or Y pattern	2.0†	Fully open	Same as globe	
	Angle-lift or stop	2.0†	Fully open	Same as angle	
	In-line ball	2.5 vertical and 0.25 horizontal†	Fully open	150	
Foot valves with strainer		With poppet lift-type disk	0.3†	Fully open	420
		With leather-hinged disk	0.4†	Fully open	75
Butterfly valves (8-in and larger)			Fully open	40	
Cocks	Straight-through	Rectangular plug port area equal to 100% of pipe area	Fully open	18	
	Three-way	Rectangular plug port area equal to 80% of pipe area (fully open)	Flow straight through Flow through branch	44 140	
Fittings	90° standard elbow			30	
	45° standard elbow			16	
	90° long radius elbow			20	
	90° street elbow			50	
	45° street elbow			26	
	Square-corner elbow			57	
	Standard T	With flow through run With flow through branch		20 60	
Close-pattern return bend			50		

^{iv} Referensi 6 hal 9-40

Gbr.4 Selection chart ^{vi}





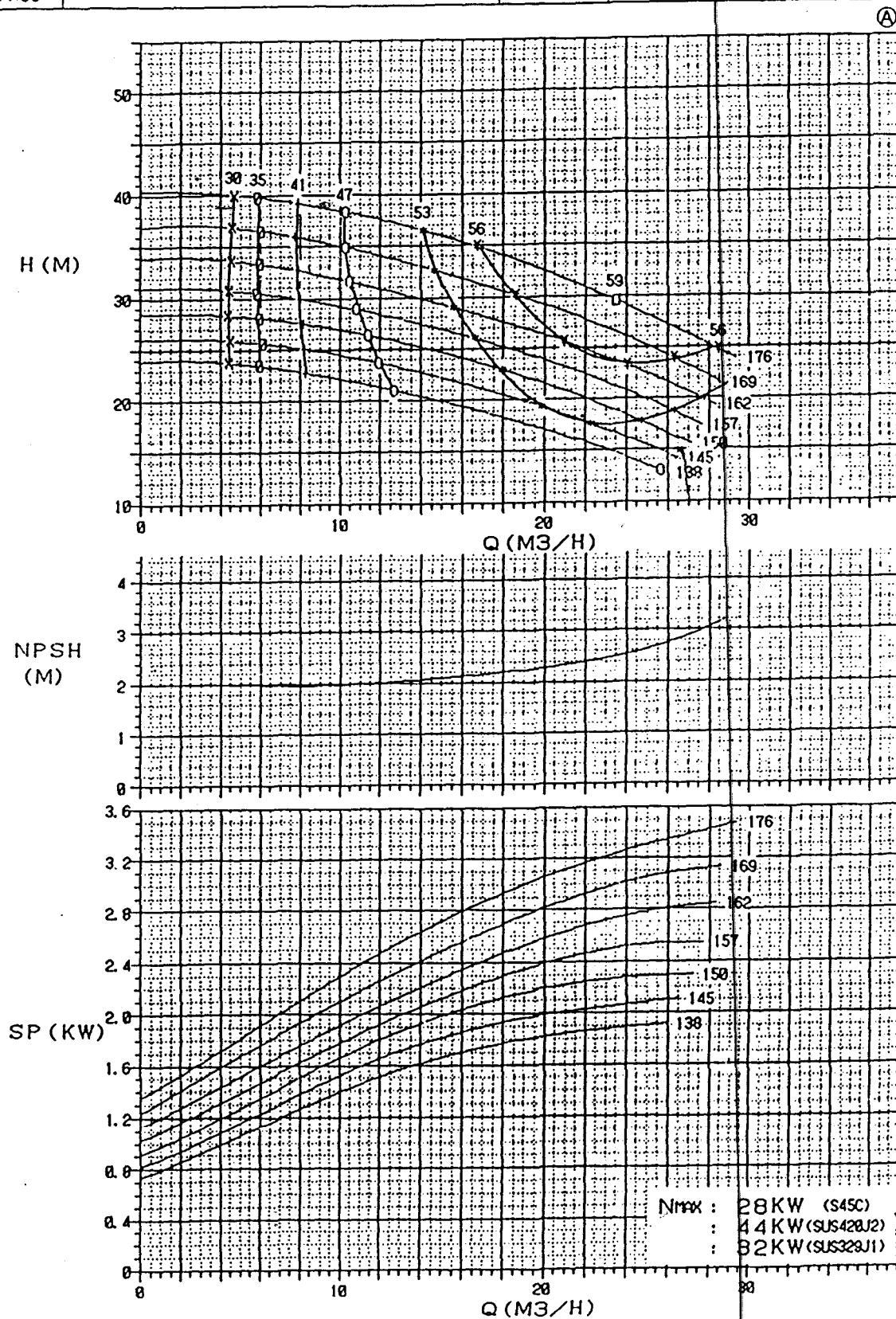
CENTRIFUGAL PUMP

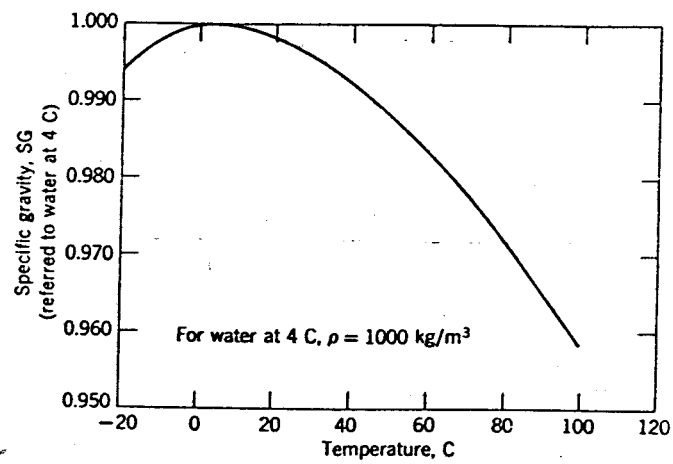
50 Hz 2 P

ETA-N 50×32-160 (Bearing Size) 25

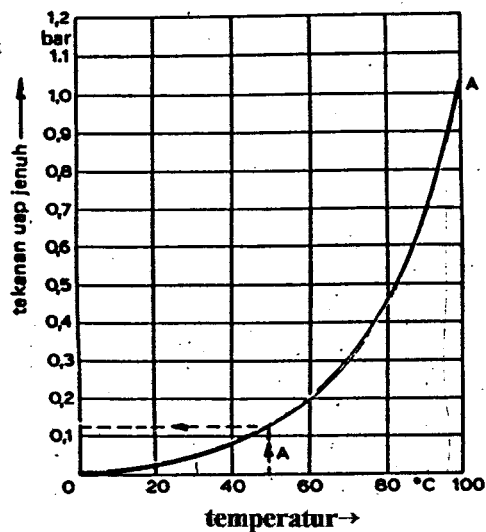
2900 1/min

機 番 Item No.		仕 様 Spec.	kgf/cm ² bar, m	m ³ /hr m ³ /min	1/min	kW
用 途 Service						





Gbr.6 Spesifik grafiti air ^{viii}



Gbr.7 Tekanan uap jenuh air pada berbagai temperatur ^{ix}

^{viii} Referensi 9 hal 681

^{ix} Referensi 3 hal 52

Tabel 3
Ukuran standar pipa yang terdapat di pasaran*

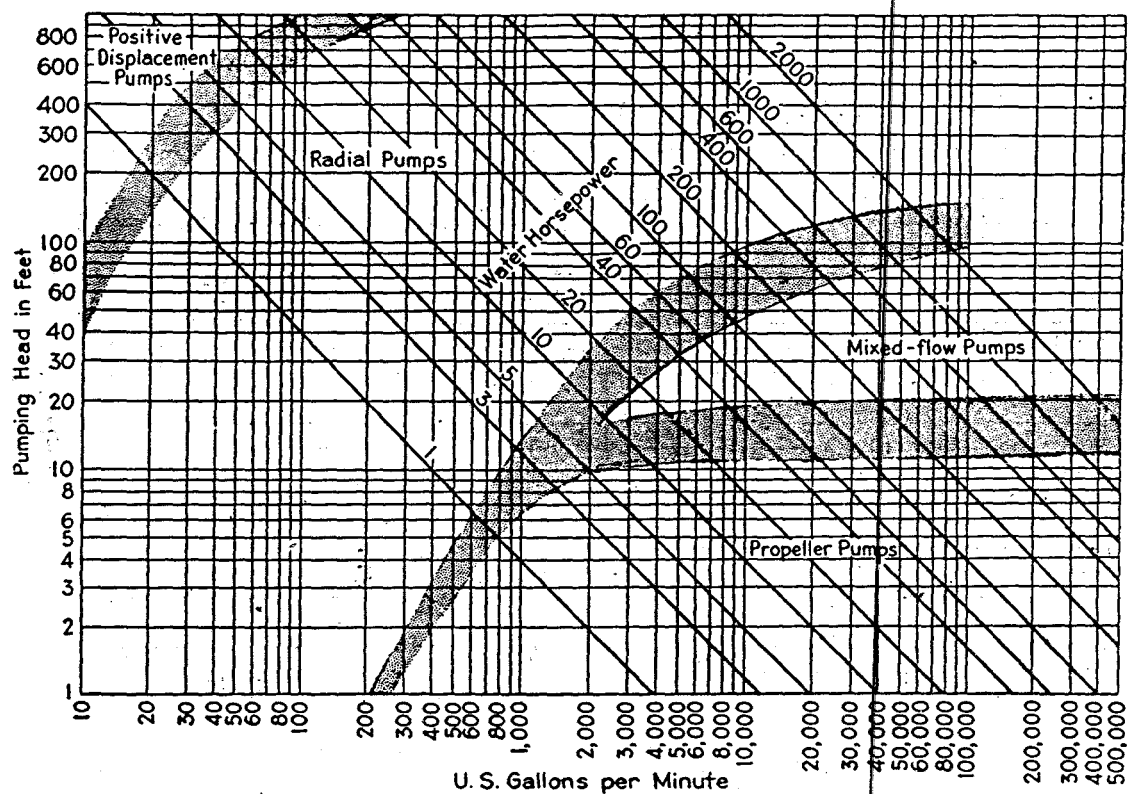
Ukuran Pipa Nominal	Diameter Dalam
1/8	0,269
1/4	0,364
3/8	0,493
1/2	0,622
3/4	0,824
1	1,049
1 1/2	1,610
2	2,067
2 1/2	2,469
3	3,068
4	4,026
5	5,047
6	6,065
8	7,981
10	10,020
12	12,000

* Referensi 9 hal 373

Tabel 4 Characteristics of modern pumps^{xi}

	Centrifugal		Rotary	Reciprocating		
	Volute and diffuser	Axial flow	Screw and gear	Direct-acting steam	Double-acting power	Triplex
Discharge flow...	Steady	Steady	Steady	Pulsating	Pulsating	Pulsating
Usual max suction lift, ft...	15	15	22	22	22	22
Liquids handled.	Clean, clear; dirty, abrasive; liquids with high solids content		Viscous, nonabrasive	Clean and clear		
Discharge pressure range...	Low to high		Medium	Low to highest produced Relatively small		
Usual capacity range	Small to largest available		Small to medium			
How increased head affects:						
Capacity.....	Decrease		None	Decrease	None	None
Power input...	Depends on specific speed		Increase	Increase	Increase	Increase
How decreased head affects:						
Capacity.....	Increase		None	Small increase	None	None
Power input...	Depends on specific speed		Decrease	Decrease	Decrease	Decrease

^{xi}] Referensi 5 hal 5



Courtesy Joshua Hendy Iron Works, Pomona Pump Co. Div.

Gbr. 8 Pump-type allocation chart ^{xii}

^{xii} Referensi 1 hal 57